

Ueber den eisernen Centralbau für die Weltausstellung in Wien.

Von

Heinrich Schmidt,

Oberingenieur und Bauinspector.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, H, J, K.)

Schon in der am 18. November 1871 stattgefundenen Vereinsversammlung hatte ich die Ehre, den Herren Vereinsmitgliedern einige kurze Mittheilungen über den eisernen Centralbau (auch Rotunde genannt) für die Weltausstellung in Wien zu machen. Damals waren noch keine Constructionspläne gefertigt, sondern es waren von dem Bauherrn, dem Generaldirector der Weltausstellung, nur die Hauptdimensionen und die äusseren Umrisse, also die Form, welche dieser Bau erhalten sollte, in sehr unvollständigen Skizzen gegeben; darnach hatte ich vorerst nur die Grösse der wirkenden Kräfte in den Hauptconstructionsgliedern berechnet.

Nun, nach Vollendung des Baues, bin ich in der Lage, weitere Mittheilungen, sowohl über die Detailconstructions als auch über die Art und Weise der Ausführung desselben zu machen, soweit sie nämlich auf die Eisenconstruction, welche das Gerippe und die Bedachung bildet, Bezug haben über die architectonische Verkleidung und über die decorative Ausstattung, für welche ein besonderes Architecturbureau besteht, muss es dem letzteren überlassen bleiben, Mittheilungen zu machen.

Die unglücklich gewählte, von einem englischen Ingenieur inspirirte und von dem Bauherrn verlangte Form der Rotunde, sowie die unzweckmässige Anordnung der Dachconstruction, bei welcher das tragende Dachgerippe nach aussen gelegt ist, soll hier nicht weiter erörtert, sondern es soll nur eine kurze Baubeschreibung gegeben werden.

Blatt 16 zeigt einen Aufriss des Baues halb in Verticalschnitt, halb in Ansicht in $\frac{1}{400}$ der natürlichen Grösse. Bl. 17 einen Verticalschnitt mit den Hauptmaassen und einen halben Grundriss in $\frac{1}{500}$ der natürlichen Grösse. Der Bau besteht aus 32 in einem Kreis aufgestellten parallelpipедischen eisernen Säulen, auf welchen ein kegelförmiges Dach ruht, auf dem wiederum zwei Laternen übereinander stehen, von welchen die letztere eine Krone trägt, die den Abschluss bildet.

Säulen.

Der Durchmesser des Säulenkreises beträgt, von Säulenmitte zu Säulenmitte gemessen, 104.784^m ; jede Säule ist 1.220^m breit und hat eine Tiefe von 3.048^m , deshalb ergibt sich ein innerer lichter Durchmesser der Rotunde von 101.736^m und ein äusserer Durchmesser von 107.832^m . Das Blatt 18 zeigt eine solche Säule in den verschiedenen Ansichten und Schnitten. Die Säulen sind oben nach der Dachschrägung, welche 31° beträgt, schief abgeschnitten und mit kurzen Bogen versehen, welche sich an das Dach anschliessen; die Höhe derselben, in der Mittelachse gemessen, ist 24.4^m .

Dach.

Das auf diesen 32 Säulen ruhende Dach ist nicht polygonförmig, sondern in jedem Horizontalschnitt kreisrund und im Verticalschnitt hat es die Form eines abgestutzten Kegels, dessen Seiten mit der Horizontalen einen Winkel von 31 Graden bilden; es gleicht somit einem Lampenschirme (siehe die Blätter 16 und 17).

Spann- oder Zugring. Druckring.

Die Säulen sind mit einem kastenförmigen Ringe, dessen Breite 3.548^m und Höhe 1.5^m beträgt, überdeckt und zusammengehalten. (Blatt 18 und Blatt 19, Fig. 1.) Dieser Kasten-Ring bildet den das Dach tragenden, unteren Zugring, von welchem aus 30 Stück gerade Radialsparren abgehen, die in einer Höhe von 48.185^m von einem zweiten Ringe, dem Druckringe, Fig. 2, zusammengehalten sind, welcher letzterer ein Plateau von 4.076^m Breite besitzt, auf welchem die 1.524^m tiefen Säulen der Laterne so stehen, dass nach innen eine Galerie von 1.126^m und nach aussen eine solche von 1.426^m Breite bleibt. An der Innenseite der Hauptpfeiler, in einer Höhe von 23.1^m , ist ebenfalls eine 1.43^m breite Galerie angebracht, Fig. 1, zu welcher man über zwei Stiegen und mittelst zweier Aufzüge gelangen kann, die zwischen zwei enger gestellten Säulen eingebaut sind.

Radialsparren.

Von den 30 radialen Dachsparren (Blatt 18 und 19), gehen 28 jeweils von einer Säule aus, sind mit kurzen Anschlussbogen gestützt und mit den Säulen verbunden; zwei Sparren stützen sich auf den Zugring in der Mitte zwischen zwei Säulen. Die Radialsparren sind Blechträger, welche an ihrem unteren Ende beim Zugring eine Höhe von 1.5^m und am oberen Ende beim Druckring eine solche von 0.61^m haben, Fig. 1, 2, Bl. 19. Die obere Gurtung derselben besteht aus zwei 10^m dicken Blechen, welche in der Breite von unten nach oben von 0.6^m bis 0.4^m abnehmen; die untere Gurtung bildet die 12^m dicke Dachhaut. Die ganze Länge eines Radialsparrens von dem Zugring bis zum Druckring beträgt 41.42^m .

Horizontalringe.

Zwischen dem unteren Zugring und dem oberen Druckring sind noch vier horizontale Spannringe angebracht, welche je 8^m von einander entfernt liegen und deren Höhe jeweils derjenigen des Radialsparrens am Befestigungsorte entspricht und deren Verticalschnitte auf Blatt 19 in Fig. I bis IV verzeichnet sind.

Dachhaut.

Diese Horizontalringe sind zwischen je zwei Radialträgern, durch drei nach oben laufende Dreiecke gehalten und abgesteift, wie aus Fig. 1 a, b, c zu ersehen ist, so dass auch die unter dem tragenden Dachgerippe der Radialsparren und Horizontalringe liegende schwere Dachhaut, deren Blechdicke, von unten nach oben abnehmend, 12 , 11 und 10^m beträgt, von diesen Versteifungsdreiecken noch theilweise getragen wird. Oberlichter sind in dem Dache keine angebracht.

Grosse Laterne.

Die auf den Hauptbau aufgesetzte Laterne hat einen Durchmesser von 30.9^m , von Mitte zu Mitte Säule, einen inneren lichten Durchmesser von 20.382^m und einen äusseren Durchmesser von 32.430^m ; sie besteht aus 30 Säulen, welche, in der Achse gemessen, je 10.48^m hoch sind und das Dach, welches ebenfalls unter einem Winkel von 31° ansteigt, hat eine Höhe von 8.13^m , so dass die Laterne eine Gesamthöhe von 18.61^m besitzt. Auch dieses Laternendach ist im Horizontalschnitt kreisrund, aber die nur 5.6^m dicke Dachhaut liegt über der tragenden Dachconstruction, welche letztere aus 30 Radialsparren, einem Zug- und einem Druckring, sowie drei zwischenliegenden, 4.5^m von einander abstehenden Horizontalringen besteht. Diese Laterne hat ebenfalls keine Dachlichter, sondern nur Seitenfenster, durch welche das Licht in die Rotunde fällt. Der Druckring endigt wieder in ein Plateau, welches 3.07^m breit ist und auf welchem die zweite Laterne steht. Bei den Säulen der grossen Laterne ist zu bemerken, dass jeweils über jedem der 30 Dachsparren des Hauptdaches eine solche steht, doch sind zehn Stück derselben stärker gehalten als die übrigen zwanzig. Die stärkeren, deren Horizontalschnitt aus Blatt 19, Fig. 5 ersichtlich ist, sind diejenigen, welche vermittelt der Dachsparren den Druck der zweiten kleinen Laterne (welche letztere nur zehn Säulen hat) aufzunehmen bestimmt sind. (Siehe Grundriss Blatt 17.) Die schwächer gehaltenen Laternensäulen stehen auch mit ihren geometrischen Achsen nicht gleich weit von einander entfernt (wohl aber mit den Constructionsachsen), damit die decorative Verkleidung mit Haupt- und Zwischensäulen von verschiedener Stärke, jedoch mit dazwischenliegenden gleichbreiten Fenstern, durchgeführt werden konnte.

Zweite Laterne.

Die zweite Laterne hat einen Durchmesser von 7.44^m von Mitte zu Mitte Säule, einen äusseren Durchmesser von 7.932^m und einen inneren von 6.948^m , eine Höhe von 9.065^m bis zum Dachanfang und ein überhöhtes Kuppeldach von 4.15^m , so dass die ganze Höhe derselben 13.215^m ist. Diese Laterne hat nur 10 Säulen, zwischen welchen jeweils hohe Fenster angebracht sind, das Dach ist im Horizontalschnitt polygonförmig, mit Holz und Zink eingedeckt und hat zehn runde Dachlucken.

Gesamthöhe.

Die ganze Höhe des Centralbaues vom Fussboden bis zur obersten Dachhöhe der zweiten Laterne beträgt somit $48.185 + 18.610 + 13.215 = 80.010^m$. Hierauf kommt als Schluss eine Krone von 4^m Durchmesser und 5.290^m Höhe, so dass der höchste Punkt derselben 85.3^m über dem Fussboden liegt.

Rundgang.

Um den Centralbau zieht sich ein Rundgang von 11^m Lichtweite und 16.15^m Höhe bis zum Dachanfang; die Seitenfenster dieses Rundganges sind 11.8^m hoch und 6^m

breit und fällt durch diese letzteren, sowie durch die Fenster der grossen Laterne das Licht in die Rotunde ein.

Dies ist in Kürze die Beschreibung des eisernen Centralbaues, Rotunde genannt, und der Hauptdimensionen seiner einzelnen Theile, welche nur das Gerippe für die architektonischen Verkleidungen bilden.

Treppenanlagen.

Zur Besteigung der Rotunde und ihrer Laternen sind Stiegen und Wendeltreppen angebracht. Wie schon früher bemerkt, führen zwei Stiegen auf die innere Galerie, welche sich im Innern an den Säulen hinzieht, und auf denselben Treppen gelangt man auf das Dach des Rundganges. Von diesem letzteren aus führen wiederum zwei Wendeltreppen auf das Dach der Rotunde, von wo aus gerade, auf den Radialsparren liegende Stiegen bis zum Druckring angelegt sind. Diese letzteren sind jedoch nicht auf einem Dachsparren fortlaufend, sondern der Art abgebrochen, dass man jeweils zwischen zwei Radialsparren wieder horizontal geht (siehe Blatt 17, Grundriss). Diese gebrochene Anordnung der Treppen wurde deshalb gewählt, damit die Herabgehenden keinen Schwindel bekommen sollen. Vom untern Theile des Druckringes führen von den Enden der geraden Ringe zwei Wendeltreppen auf das Plateau desselben. Von diesem Plateau auf das Dach der Laterne führt nur noch eine Wendeltreppe, sodann auf einem Sparren des Laternendaches eine gerade Stiege bis zum Druckring der zweiten Laterne, endlich von diesem auf das zweite Plateau, wieder eine Wendeltreppe. Von diesem Plateau der zweiten Laterne kann man nur noch mittelst einer eisernen Steigleiter weiter gelangen.

Die Treppen sind 0.8^m breit, mit Brustgeländern versehen und um den unteren Saum des Hauptdaches führt ein Schutzgeländer, welchem in gleichen Abständen 28 Fahnenstangen entwachsen; auch auf dem Dache der ersten Laterne befinden sich zehn solcher Flaggenstangen und ein Schutzgeländer.

Abführung des Dachwassers.

Die Abführung des Dachwassers geschieht durch Zinkrohre innerhalb der eisernen Säulen. Das Wasser von den zwei Laternendächern tropft einfach ab auf die äusseren Galerien und fällt durch darin angebrachte Oeffnungen und Röhren auf das untere Hauptdach in die oberste Cassettenreihe. Da die Bleche der Dachhaut nicht bündig, sondern der Länge nach über- und untereinander liegen, so lassen die Horizontalringe zwischen jedem zweiten Dachbleche einen Zwischenraum von der Dicke der Bleche, d. i. von oben nach unten gezählt von 10, 11 und 12^m Höhe. Durch diese Zwischenräume fliesst das Wasser ab bis in die untersten Cassetten, deren jede in den beiden Ecken neben den Radialträgern Oeffnungen hat, durch welche das gesammelte Wasser in die Blechröhren abfällt.

Der Schnee geht allerdings nicht ab, sondern wird die Cassetten nach und nach füllen und der Frost wird

die engen, kaum halbzölligen Ritzen mit Eis zulegen, so dass dann bei schnell eintretendem Thauwetter der Fall möglich ist, dass sich die Cassetten bis auf die Höhe der Horizontalringe mit Wasser füllen, ehe die Abflussritzen aufgethaut sind und einen regelmässigen Abfluss ermöglichen. In einem solchen Falle werden sich dann von Cassette zu Cassette Cascaden bilden und der Anblick wird ein imposanter sein, insbesondere, wenn dieselben bei rasch eintretendem Froste gefrieren und sich als Eiscascaden präsentiren.

Dachbelastung.

Damit nun die Dachconstruction stark genug ist, solche aussergewöhnliche Belastungen tragen zu können, wurde der Berechnung eine grösste Last (Eigengewicht sammt zufälliger Last) von 30 Kilogr. auf den Quadratfuss oder 300 Kilogr. per Quadratmeter zu Grunde gelegt, während man sonst je nach der Art der Dacheindeckung nur 12 Kilogr. bis 15 Kilogr. per \square' zu nehmen pflegt. Da hier das Eigengewicht allein 10 Kilogr. auf den Quadratfuss beträgt, so entfallen für die zufällige Last (Schnee, Eis und Wind) noch 20 Kilogr. auf den Quadratfuss oder 200 Kilogr. per Quadratmeter.

Gewichte.

Die Gewichte der einzelnen Eisenconstructionstheile sind folgende. Es wiegen in runden Zahlen:

a. Hauptbau:

Die 32 Säulen sammt Bogen . . .	24460 Ctr.	
Die umlaufende Galerie	3300 "	
Der Zugring des Hauptdaches . .	13200 "	
Der Druckring sammt Plateau . .	2730 "	
Die 30 Radialsparren	9670 "	
Die 5 Horizontalringe	4920 "	
Die Dachhaut	16020 "	74300 Ctr.

b. Erste Laterne.

Die 30 Säulen	1000 Ctr.	
Der Zugring	370 "	
Der Druckring und Plateau . .	340 "	
Die 30 Sparren	420 "	
Die 3 Horizontalringe	130 "	
Die Dachhaut	1070 "	3330 "

c. Die zweite Laterne.

Die 10 Säulen	240 Ctr.	
Der untere Ring	44 "	
Die 10 Dachrippen	67 "	
Der obere Ring	19 "	370 "

d. Stiegen, Fahnenstangen und Brustgeländer.

Diese wiegen in runder Zahl 1500 "
Daher gesamtes Eisengewicht der Rotunde . 79500 Ctr.
oder 3975000 Kilogramme.

Dieses Gewicht ist allerdings sehr hoch und es muss dazu bemerkt werden, dass bei einer zweckmässigeren Säulenform und einer rationelleren Dachanordnung, nämlich

bei einer parabolischen Kuppelform, welche im Horizontalschnitt polygonal anstatt kreisrund angeordnet worden wäre, ferner bei Legung der tragenden Dachconstruction unter die Dachhaut und wenn letztere auf das zulässige Minimum (etwa 5 bis 6^{mm}) reducirt worden wäre, mindestens 24000 Ctr. Eisen hätten erspart werden können. Es hätte sich die grösste zufällige Dachlast auf 14 Kilogr. und das Eigengewicht auf 6 Kilogr., zusammen auf 20 Kilogr. per Quadratfuss reducirt, es wären somit die wirkenden Kräfte um ein volles Drittel geringer geworden.

Fundation.

Es bleibt mir noch übrig, über die Fundation und über die Montirung dieses Eisenbaues zu sprechen.

Für jede Säule wurde ein Betonfundament hergestellt, welches an seiner Oberfläche 5^m lang und 2^m breit ist, sich nach allen vier Seiten mit etwa $\frac{1}{4}$ Anzug abböschet und welches bis auf die Schotterschichte reicht, die in Tiefen von 3^m bis 5^m getroffen wurde. Die Oberfläche dieser Betonpfeiler liegt 4^m über dem Nullpunkte des Donaupegels für das durch die Mitte der Rotunde gelegte normale Donauprofil.

Die Betonfundamente wurden im October 1871 hergestellt. Es war der Beton noch nicht vollständig erhärtet, als Anfangs November schon eine empfindliche Kälte eintrat und zu befürchten war, dass trotz der Deckung der Betonpfeiler, die letzteren gelitten haben. Um nun sicher zu sein, dass diese Pfeiler die nach Vollendung des Baues auf sie entfallende Last auch wirklich zu tragen vermögen, wurden im März 1872 (nach 4 $\frac{1}{2}$ monatlicher Herstellung), einige der Pfeiler, welchen man auch schon ihres ungünstigen Standortes wegen (in einem alten Rinnsaal eines Donauarmes) am wenigsten Tragfähigkeit zutraute, jeweils mit einer Last von 4750 Ctr. belastet, obschon die Maximalast nie mehr als 4400 Ctr. betragen wird. Die Belastung geschah mit Eisenbahnschienen. Bei dieser Erprobung zeigte sich auch nicht die geringste Veränderung an den Betonpfeilern, weder in der äusseren Form noch auch in den Höhenverhältnissen, man konnte somit über die genügende Tragfähigkeit derselben vollständig beruhigt sein, da der Untergrund keine Compression zeigte und die Härte und Widerstandsfähigkeit des Betons mit der Zeit immer noch zunimmt.

Montirung.

Auf diese 32 Betonpfeiler wurden die mit Winkel-eisen eingerahmten Fussplatten der Säulen genau in ihre richtige Lage versetzt und mit Steinschrauben, welche in den Beton eingelassen sind, befestigt. Hierauf wurden die Köpfe der Säulen (in der Achse gemessen, 2.812^m hoch) mit den Bogenansätzen in diese Fussplatten eingestellt und der Dachring theilweise aufgelegt und vernietet, nämlich die untere Blechlage und das obere verticale Blech (siehe Blatt 20, Fig. 1); dagegen wurden die verticalen, radialstehenden Zwischenabsteifungen vorerst nur zur Hälfte eingestellt, verdornt und verschraubt, während die untere

Verticalwand und die Decke noch ganz hinwegblieben. Demnächst wurden am untern Ende auf der äussersten Seite der Säulenstücke, Consolen mit Zapfenlagern und Zapfen von 130^{mm} Durchmesser angeschraubt, über welche bewegliche Bügel gesteckt waren, die mit Kettengliedern und Stahlschrauben in Verbindung standen, so dass, wenn man die entsprechenden Schraubenmutter, welche auf dem dicht hinter den Säulen aufgestellten Gerüsten lagerten, mittelst Hebeln umgedreht hat, sich das ganze Ringstück mit den Säulenköpfen hob. Jede Säule hing an zwei Stahlschrauben deren Schaft 90^{mm} Durchmesser hatte, sie waren 2^m lang und die Gewinde vierkantig, 13^{mm} tief und dick und hatten eine Steigung von 13^{mm} auf einen Umgang. Die 4^m langen Hebel an den Muttern waren mit Sperrhaken versehen, ähnlich wie die Bohrrätschen und das Gerüste liess eine Drehung derselben um 180° zu, so dass bei jedem Gange der drehenden Arbeiter eine Hebung von 6·5^{mm} erfolgte. (Siehe Blatt 20, Fig. 1, 2 und 5). Jeweils nach 1·7^m bis 1·8^m Hebung, wurde mit Kreuzbalkenlagen und Keilen gut unterstützt, ein Kettenglied zwischen Bügel und Schraube herausgenommen, die Schraube zurückgedreht und wiederum eingehängt, so dass nach drei Auswechslungen um 6·3^m gehoben war und je ein neues Säulenstück von 6·080^m Höhe auf die Lagerplatte untersetzt werden konnte. Demnächst wurden die untereinander gesetzten Säulenstücke mit Ueberlaschungsplatten verbunden und vernietet, sowie Versicherungswinkel eingesetzt; ferner die Consolen mit der Hebevorrichtung von den obern Stücken an die untern Enden der zweiten Stücke versetzt, sodann die ganze Manipulation wiederholt, bis die dritten, vierten und endlich die fünften, nur 3·335^m hohen Fussstücke unterschoben und vernietet waren.

An jedem der 64 Hebel arbeiteten zuerst 3, später 4 und 5, zuletzt selbst 6 Mann gleichzeitig und gleichmässig, so dass das ganze System (Ring sammt Säulen) dessen Gewicht im letzten Stadium rund 32000 Ctr. betrug, sich gleichförmig horizontal hob. Nach je 300^{mm} bis 500^{mm} Hebung wurde der Stand jeder Säule genau gemessen und wurden etwaige Differenzen in der Höhenlage ausgeglichen, damit möglichst wenig Verbiegungen und ungleiche Drücke auf die Gerüste vorkamen. Auf Blatt 20 sind in den Figuren 1 bis 8 die verschiedenen Stellungen während der Hebung verzeichnet.

Die erste Hebung war bezüglich der Stabilität des Systemes die ungünstigste, da die Schwerpunkte der Säulen am weitesten von den Angriffspunkten der hebenden Kräfte entfernt lagen, die letzteren somit die grössten Hebelsarme hatten und den noch nicht fertigen und nicht geschlossenen Ring sehr ungünstig auf Druck, sowie die verticalen Gallerieträger auf Zug in Anspruch nahmen. Die Säulen haben sich unten auch um etwa 1:100 nach aussen schief gestellt und wurden die Ringbleche trotz der angelegten Holzversteifungen etwas verbogen, doch nur innerhalb der erlaubten Elasticitätsgrenzen.

Nachdem die ersten Säulenstücke, Fig. 5, unterschoben waren, wurde an denselben auf der inneren Seite ein

Spannring angebracht, aus einem Winkelleisen von $\frac{100-100}{13}$ Stärke bestehend, welcher im Vereine mit der günstigeren Lage der Schwerpunkte des Systemes zu den Angriffspunkten der hebenden Kräfte, bewirkte, dass die Säulen sich nur um 1:260 ihrer Länge nach auswärts schief stellten. Nach der ersten Hebung und Kettenauswechslung stand der Ring so hoch über den Hebe gerüsten, dass nunmehr auch das untere Verticalblech desselben eingesetzt und die radialen Querverbindungen der beiden verticalen Ringbleche vervollständigt werden konnten. (Fig. 6.) Auch die Decke des Zugringes hätte nun schon aufgebracht werden können, doch wollte man das bedeutende Gewicht derselben (3430 Ctr.) nicht mitheben, da der Ring ohne Decke schon die nöthige Steifigkeit gegen Verbiegungen während des Hebens besass und da das Auflegen und Vernieten der Decke wiederum längere Zeit erfordert hätte. Die begonnene Hebung wurde daher ohne Decke fortgesetzt. Nach der Unterstellung der dritten Säulenstücke wurde am unteren Ende derselben ein stärkerer Spannring aus dreifachem Flacheisen von 150 auf 13^{mm} eingelegt, der frühere einfache aber belassen; die Ausbiegung der Säulen reducirte sich dann auf etwa 1:500 der Länge.

Nach Unterstellung der vierten Säulenstücke, bei einer Säulenlänge von 21^m, wurde der vorhin erwähnte dreifache Spannring an das untere Ende dieser vierten Stücke versetzt und der obere einfache, aus einem Winkelleisen bestehende Ring, in der halben Höhe angebracht. Die Ausbiegung der Säulen betrug dann im Maximum 25^{mm}, also rund $\frac{1}{100}$ der Länge. Es wird bemerkt, dass diese Ausbiegungen rein elastische waren, denn immer, wenn die hebende Kraft zu wirken aufhörte und die Säulen frei wurden, stellten sie sich wiederum in vollkommen verticale Richtung über ihre Fussplatten.

Diese Hebearbeit war weniger eine schwierige als eine langwierige, denn obschon die ganze Manipulation regelmässig und ohne irgend einen Unfall von Statten ging, so kam es doch zuweilen vor, dass eine Schraubenmutter schwer ging, oder ein Holzgerüste sich drückte und deshalb die eine oder andere Schraube gerichtet, geputzt und geschmiert werden musste; auch sind einzelne Gerüstständer und Holme in den beiden letzten Stadien, woselbst die Last schon bedeutend war, ausgewechselt worden, da sich theils Risse zeigten, theils Biegungen stattfanden, die möglicherweise gefahrbringend sein konnten. Eine jede solche Operation nahm mehrere Stunden, ja bisweilen einen ganzen Tag in Anspruch, da mit grosser Vorsicht zu Werke gegangen werden musste. Das Auswechseln der Kettenglieder konnte ebensowenig bei allen Säulen gleichzeitig geschehen, wie das Untersetzen der neuen Stücke, da man immer eine Säule um die andere festkeilen musste, um nicht Gefahr zu laufen, dass aus irgend einer zufälligen Ursache einmal ein Unglück geschehe und das Gelingen der ganzen Manipulation und damit des Baues selbst in Frage gestellt würde. Auch das Vernieten der Säulenstücke mit den Laschenplatten, mit dem Einsetzen der inneren Säulenversteifungen, sowie das

Versetzen der Hebevorrichtungen, nahm jeweils 7–10 Tage in Anspruch, auch die theilweise Vervollständigung des Hauptringes sammt Nietung 17 Tage, endlich gab es mehrere Regentage, an welchen gar nicht gearbeitet werden konnte. Am 8. Juni Nachmittags wurde mit der Hebung begonnen und dieselbe am 29. August Abends beendet; diese Arbeit hat somit $82\frac{1}{4}$ Tage gedauert und die ganze Hebung betrug 21.72^m . Die eigentliche Hebezeit nach Abzug der auf die nöthigen Zwischenarbeiten verwendeten Zeit war jedoch nur 30 Tage, somit entfallen auf einen Tag im Durchschnitt 0.724^m . Die Maximalhebung in einem Tage betrug aber 1.730^m und in einer Stunde 288^{mm} , und zwar am 15. Juni bei der Hebung der ersten Säulenstücke. Bei der grössten Last in der letzten Periode war die Maximalleistung eines Tages eine Hebung um 1.100^m , und zwar am letzten Hebungstage den 29. August in 10 Arbeitsstunden, es entfallen somit auf die Stunde 110^{mm} .

Am 7. September endlich waren die Säulen alle fertig genietet, richtig in ihre Fussplatten eingestellt und befestigt. (Siehe Blatt 20, Fig. 8.)

Während dieser Hebungsarbeiten wurde das Mittelgerüste für die Montirung des Druckringes und Laternenplateaus hergestellt, so dass am 4. September mit der Montirung des Druckringes begonnen werden konnte. Nun wurde an möglichst vielen Orten zu gleicher Zeit gearbeitet, an der Montirung der Galerie, an derjenigen der 6 Gerüste für das Heben der Radialsparren und die letzteren selbst wurden in Stücken in die Rotunde transportirt und zusammengenietet. Den 28. September war der Druckring zusammengesetzt, verdornt und verschraubt, am 29. wurde mit dem Nieten desselben begonnen und diese Arbeit so gefördert, dass am 5. October mit der Hebung der radialen Dachsparren begonnen werden konnte. Es brach leider gleich bei Beginn ein Rad eines Hebekrahnes weshalb der letztere ausgewechselt werden musste, auch zeigte sich, dass noch einige Vorsichtsmassregeln geboten schienen und so kam es, dass die ersten zwei Radialsparren den 7. October nur etwa zur Hälfte aufgezogen wurden, die Nacht über auf Unterklotzungen aufruheten und erst am 8. October vollends gehoben und eingesetzt werden konnten.

Auf Blatt 21 ist die Gerüstung sammt der Stellung und Lage der Hebewerkzeuge und Flaschenzüge verzeichnet und aus dem Grundriss die Armirung der langen Radialträger gegen seitliche Ausbiegung zu ersehen.

Nach Aufziehung eines Sparrens wurde das auf dem Zugring laufende Gerüste bis zur nächsten Hebestelle verschoben und die oberen in der Nähe des Druckringes befestigten Flaschenzüge ebenfalls umgehängt. Diese Arbeit dauerte etwa einen Tag, da aber 6 solche Gerüste vorhanden waren, so konnten durchschnittlich jeden Tag zwei Sparren gehoben werden. Zuerst wurden immer zwei diametral gegenüberliegende Sparren zugleich gehoben und die ersten 6 Stücke so gewählt, dass sie in gleichen Abständen vertheilt waren, damit der Druckring dadurch centrirt blieb. Das Heben und Einsetzen der Sparren ging

so rasch vor sich, dass schon am 27. October, Früh 9 Uhr, also in 20 Tagen alle 30 Stück versetzt waren.

Das Gewicht eines Radialsparrens sammt der Armirung wog 305 Ctr.; er hing an einem Flaschenzuge mit Seilen von 63^{mm} Durchmesser. Bei der schiefen Lage und den ungleichen Querschnitts-Dimensionen entfielen auf die oberen Flaschenzüge rund 110 Ctr. und auf die unteren 195 Ctr., deshalb waren die untern je fünffach, die oberen nur vierfach. Es wäre an jedem Ende ein Flaschenzug genügend gewesen, zur Sicherheit wurden jedoch zwei genommen. Die Armirung gegen seitliche Ausbiegung war nothwendig, weil die obere gedrückte Gurtung in der Mitte nur 500^{mm} breit ist und bei einer Länge von 37000^{mm} , also bei dem Verhältnisse von 1:74 Ausbiegungen stattgefunden haben würden, in deren Folge die Träger hätten zerbrechen müssen; wie es leider auch bei einem Radialträger geschehen ist, bei welchem durch einen Baumast, der noch in der Rotunde gestandenen Eichen, eine der 20^{mm} dicken Armirungsstangen zerrissen wurde, worauf sich der Träger, welcher zum Glücke mit dem unteren Ende noch auf dem Erdboden aufruhete, nach der Seite der gebrochenen Stange ausbog, und zwar so stark, dass die obere Gurtung zerriss, der Träger sich verdrehte, wodurch auch die untere Gurtung bis zum Reißen verbogen wurde, während das verticale Stehblech sich wie ein Schraubenzieher verkrümmte. Ein anderer Unfall als der eben angeführte ist nicht vorgekommen und auch dieser hätte sich nicht ereignet, wenn man nicht die in der Rotunde gestandenen Eichen hätte schonen wollen. Nach diesem Unfalle jedoch mussten die Aeste derselben gänzlich entfernt werden und da ein Stamm ohne Aeste keine Zierde ist, wurden auch die Baumstämme gefällt.

Sogleich nach vollendeter Hebung der Radialsparren wurden dieselben oben mit dem Druckringe und unten mit dem Zugringe vernietet, provisorisch mit Holzringen ausgesteift, sowie die Gerüste für die Montirung der Dachhaut aufgebracht. Den 2. November wurden die ersten Säulen für die grosse Laterne aufgebracht und am 16. November waren alle 30 Stück gestellt, auch war der sie verbindende Zugring aufgelegt und verdornt. Am 19. November waren die 30 beweglichen Gerüste für die Herstellung der Dachhaut des Hauptdaches fertig montirt und wurde bereits in 12 Feldern die Eindeckung vom Zugringe aus begonnen.

Diese Arbeit wurde nun mit 60 Arbeiterpartien von unten nach oben, sowie vom Druckring gegen den Zugring abwärts fortgesetzt, so dass am 24. Jänner 1873 die ganze Dachhaut des grossen Daches sammt den vier Zwischenringen vollständig aufgelegt und am 31. Jänner vernietet war. Es blieb nur noch die Dichtung des Daches übrig, welche dadurch bewerkstelligt wurde, dass man Blei in die grösseren Fugen stemmte und die kleineren mit Kitt und Oelfarbe füllte, welche Arbeit nur wenigen sehr zuverlässigen Arbeitern übertragen wurde, daher auch bis in den Monat April 1873 hinein dauerte.

Während der Eindeckung des grossen Daches wurden

auch die beiden Laternen montirt. Am 4. December 1872 nämlich wurde mit dem Druckring der grossen Laterne begonnen, am 8. war er zusammengelegt; am 16. waren alle 30 Radialsparren zwischen Zug- und Druckring eingesetzt und am 18. soviel Dachplatten aufgelegt und Ringstücke eingedornt, dass mit dem Nieten begonnen werden konnte; am 6. Februar 1873 war das grosse Laternendach fertig genietet.

Den 6. Jänner 1873 wurden die ersten Säulen für die zweite Laterne aufgestellt und schon am 19. Jänner war das ganze Eisengerippe der zweiten Laterne vollständig fertig.

Ausrüstung.

Am 1. Februar 1873 wurden die Nietarbeiten so weit vollendet, dass die ganze Rotunde freigestellt und sich selbst überlassen werden konnte. Blatt 22 zeigt Grund- und Aufriss des Mittelgerüstes, auf welchem der Druckring des Hauptdaches und die beiden Laternen montirt wurden, dasselbe besteht aus einem äusseren und inneren Ringgerüste. Das äussere Ringgerüst, aus 30 Ständerpaaren und 5 Stockwerken übereinander zusammengesetzt, hatte eine Höhe von 50 Metern; auf diesem Gerüste lag der Druckring des Hauptdaches, auf dessen Plateau wiederum die erste Laterne stand. Das innere Ringgerüste war fünfeckig und hatte sieben Stockwerke; innerhalb dieses Gerüstes auf dem sechsten Stockwerke war ein Bockgerüste aufgestellt, auf welchem der Druckring der ersten Laterne montirt wurde, auf dessen Plateau dann die zweite Laterne zu stehen kam. Das Gerüste für die zweite Laterne war Ende Jänner bereits entfernt, aber der Druckring der zweiten Laterne lag noch auf dem inneren Gerüste fest auf. Die Keile wurden losgeschlagen und es zeigte sich, dass das innere Gerüste nach der Entlastung auf der Nordseite um 4^{mm} und auf der Südseite um 5^{mm} sich hob; dies war die elastische Eindrückung desselben durch das Gewicht der Laterne. Nun ruhte die ganze Last der beiden Laternen, sowie ein entsprechender Theil des grossen Daches auf dem äusseren Ringgerüste. Der Druckring des Hauptdaches war noch doppelt gestützt, ganz oben durch Holzkeile und etwa 2^m weiter unten durch Stockschrauben; zuerst wurden die oberen Keile gelöst und hierauf die Stockschrauben nachgelassen. Eine genaue Beobachtung zeigte eine Drehung des ganzen Druckringes von West über Nord nach Ost (wie die Zeiger einer Uhr) um 24^{mm} und eine einseitige Senkung des Plateaus auf der Südseite von 11^{mm}, während auf der Nordseite keine messbare Setzung beobachtet werden konnte, die mittlere Senkung kann somit auf rund 6^{mm} angegeben werden. Eine Ausdehnung des Zugringes oder eine Ausbeugung der eisernen Pfeiler konnte nicht wahrgenommen werden, obschon bei allen 32 Säulen die sorgfältigsten Beobachtungen angestellt wurden.

Die beiden genannten Wahrnehmungen, die einseitige Einsenkung, sowie das Drehen des Laternenplateaus, lassen sich leicht erklären. Die erstere dadurch, dass bei der

Montirung und Nietung des Druckringes die Keile und Stockschrauben, abwechselnd, bald die Einen bald die Andern gelockert und gelöst werden mussten, dann nach beendeter Nietung wieder angezogen oder festgekeilt wurden. Dieses wiederholte Unterstützen dürfte auf der Nordseite weniger sorgfältig als auf der Südseite geschehen sein, weshalb eine Setzung auf der Nordseite auch schon früher erfolgt sein dürfte. Die Drehung lässt sich dadurch erklären, dass bei der jeweiligen Regulirung des Niveaus und bei den Unterkeilungen immer nach einer Richtung hin gearbeitet und geschlagen wurde, wodurch eine Verdrehung des Druckringes leicht möglich war, welche rückgängig wurde, sobald die Unterkeilungen losgeschlagen und die Dachconstruction sich frei überlassen war.

Am 3. Februar wurde mit dem Abtragen der Mittelgerüste begonnen und dieselbe den 8. März beendet. Vom Tage des Vertragsabschlusses, dem 17. October 1871, bis zur Fertigstellung des Baues (mit Ausnahme der Dachtreppen, welche erst sehr spät bestellt wurden) und Abtragung der Gerüste am 8. März 1873, sind somit nur 1 Jahr, 4 Monate und 23 Tage verflossen; mit der eigentlichen Montirung auf dem Bauplatze wurde jedoch erst am 11. März 1872 begonnen, dieselbe beanspruchte somit drei Tage weniger als ein Jahr.

Nachstehende Daten dürften nicht uninteressant sein, um die in so kurzer Zeit bewirkte Arbeitsleistung zu beurtheilen.

Das Gesamtgewicht aller Eisenbestandtheile an der Rotunde beträgt rund: 80.000 Ctr. oder 4,000.000 Kilogramme.

Die schwersten Einzelstücke, aus welchen dieselbe zusammengesetzt ist, waren gewalzte Platten im Gewichte von 518 Kilogr. = 10³/₃₆ Ctr.

Die grössten in der Werkstätte zusammengesetzten und zur Montirung auf den Bauplatz gebrachten Stücke wogen 162 Ctr. oder 6100 Kilogr.

Die Gesamtzahl der Nieten ist 821.273

„ „ „ Schrauben „ 15.392

Zusammen . 836.665 Stück.

Von den Nieten wurden in den Werk-

stätten geschlagen 392.920 Stück

und auf dem Bauplatze 428.353 „

Die Schrauben wurden alle 15.392 „

auf dem Bauplatze eingesetzt.

Löcher waren zu bohren 2,002.728 Stück.

Es entfallen somit auf einen Centner Eisen im Durchschnitt 25.034 Löcher, 10,266 Stück Nieten und 0.1924 Schrauben.

Die innere Bodenfläche der Rotunde misst 8130 □^m = 81.360 □' = 2260 □ Klfr. Der Kubikinhalte derselben von der Fussbodenhöhe bei den Pfeilern bis zum Plateau des grossen Druckringes auf dem die erste Laterne steht,

ist 286.570 Cubikmeter = 9,072.920 Cubikfuss = 5,063.070 österr. Eimer.

Rechnet man für eine erwachsene Person im Durchschnitt 3□' Fläche, so können in der Rotunde 27,120 Menschen stehen und rechnet man die Bevölkerung Wiens mit den Vororten rund zu 1 Million, so könnte (gross und klein zu 3 Cubikfuss gerechnet) die dreifache Bevölkerung Wiens in den untern Theil der Rotunde eingepöckelt werden.

Die erste Laterne hat innerhalb der Säulen 678□^m Bodenfläche und misst bis zum Plateau des Druckringes 9623 Cubikmeter = 170.000 österr. Eimer. Die zweite Laterne hat 38□^m Fläche und 430 Cubikmeter = 7599 Eimer Inhalt.

Dachconstructionen für den Industriepalast.

Ferner sind noch die übrigen Eisenconstructionen für die Bauten der Weltausstellung, nämlich die verschiedenen eisernen Dachconstructionen für den Industriepalast, für den Rundgang um die Rotunde und für die Maschinenhalle zu erwähnen.

Wie bekannt, ist der Industriepalast nach dem sogenannten Fischgrätensystem angelegt; Grund- und Aufriss desselben sind aus dem Blatt 28 des XV. Heftes dieser Zeitung vom Jahre 1872 zu ersehen. Den Kern des Baues bildet die Rotunde mit einem Rundgange, welcher von einem Viereck umschlossen ist; von der Rotunde aus gehen Hallen nach Nord, Ost, Süd und West; die Haupthallen erstrecken sich nach Ost und West, haben eine Breite von 25.263^m und eine Höhe von 22.882^m; normal auf diesen Haupthallen stehen je sechzehn Seitenhallen nach Nord und nach Süd, von je 15.263^m Breite und 14.275^m Höhe.

Ursprünglich waren diese Hallen ganz von Holzfachwerk mit stichbogenförmigen Dächern, ebenfalls aus Holzfachwerk mit eisernen Zugstangen projectirt. Nachdem aber bei der Concurrenz für die Zimmerarbeiten enorm hohe Preise gefordert, bei der Vergebung der Rotunde jedoch sehr niedrige Eisenpreise angeboten wurden, so ergab eine einfache vergleichende Rechnung, dass ein eisernes Gerippe für den Industriepalast um etwa 650.000 fl. billiger zu stehen kommen werde, als das hölzerne und da nach der Ausstellung, die eisernen Dachgespärre noch einen namhaften Werth haben, während die hölzernen nur mehr als Brennholz zu verwerthen sein würden, dass also mit Rücksicht auf die Wiederverwerthung des Abbruchmaterials, durch die Construction von eisernen Dachgespärren eine Ersparniss von rund einer Million Gulden erzielt wird, abgesehen von den Vortheilen, welche sich dadurch bei der Feuerassecuranz ergaben. Blatt 23 zeigt nun ein eisernes Dachgespärre für die Seitenhallen und Blatt 24 ein solches für die Haupthalle mit der Construction für die Durchdringung beider Hallen.

Ein kleines Dachgespärre (Dachbogen sammt den beiden Ständern und den zwei gusseisernen Fussplatten) wiegt 74 Ctr.; es

waren 444 Stücke erforderlich mit einem Gesamtgewichte von 32.856 Ctr.
Ein grosses Gespärre wiegt 182.80 Ctr; erforderlich waren 68 Stück im Gewichte von 12.430 " ferner waren 29 Stück Eckgespärre mit je 270 Ctr., zusammen 7.830 " 44 Aufsatzbogen mit je 90 Ctr. 3.960 " sowie verschiedene Verbindungsstücke und Diagonalkreuze erforderlich, im Gewichte von 424 " so dass das Gesamtgewicht der Eisengerippe für den Industriepalast rund 57.500 Ctr. beträgt.

Für das Rundgangdach um die Rotunde wurden 48 Halbbogen, 4 Querträger zwischen die Rotundensäulen, 8 Diagonalbogen für die Dachkehlen mit 6 Zwischenstücken erforderlich, wie aus dem Grundriss und Aufriss des Blattes 17 zu ersehen ist. Diese Dachbogen sind massive Blechbogen mit Winkelversteifungen, sehr stark construirt, damit der Schnee von der Rotunde herabgeworfen werden kann, ohne das Dach zu gefährden. Das Gesamtgewicht aller dieser Dachbestandtheile beträgt 2946 Ctr.

Maschinenhalle.

Blatt 25 endlich, zeigt die Hälfte eines Verticalschnittes durch die Maschinenhalle; dieselbe ist dreischiffig. Der Mittelbau hat eine Lichtweite von 28^m oder von Pfeilermite zu Pfeilermite von 29.580^m; jeder Seitentract hat 8.534^m Lichtweite und die ganze Breite von einer Aussenflucht zur andern beträgt 49.8^m.

Die Höhe der Haupthalle vom Fussboden bis zum Dachanfang ist 12.222^m und bis zum Dachgiebel = 19.485^m. Die Construction eines Dachbinders ist, wie aus der Zeichnung zu ersehen, die einfache sogenannte Belgische und wiegt ein solcher nur 72 Ctr.

Das Dach ruht auf einzelnen Pfeilern, welche in einer Höhe von 6.3^m durch flache Gurtbogen verbunden und verspannt sind. Die Dachbinder stehen 7.143^m entfernt und liegen in Gusschuhen auf hölzernen Mauerlatten, welche über die Pfeiler hinziehen. Erforderlich waren 110 Dachbinder. In der Mitte der 800^m langen Halle ist ein grösseres Kreuzgespärre für zwei Portalgiebel, welches 430 Ctr. wiegt.

Die Seitenschiffe sind durch einfache gerade Träger überdeckt, welche 9.8^m lang sind und unter einem Winkel von 12° 4' geneigt liegen, am untern Ende 5.37^m, am obern Ende 7.32^m über dem Fussboden. Ein solcher Träger wiegt 20.3 Ctr. und waren 212 Stück erforderlich. Das Gewicht aller Eisenbestandtheile für das Maschinenhallendach sammt den Längsverbindungen der einzelnen Dachbinder der Haupthalle beträgt 13.114 Ctr.

Die Dachconstructionen für den Industriepalast, den Rundgang um die Rotunde, sowie für die Maschinenhalle wiegen somit zusammen 73.560 Ctr.

Diese Dachconstructionen hat der Eisenindustrielle Herr Harkort den 17. December 1871 übernommen, den 8. April 1872 kamen die ersten Dachgespärre auf dem Bauplatze an, den 16. April wurde mit der Aufstellung

derselben begonnen, den 2. August waren alle Gespärre für den Industriepalast, den 11. September diejenigen für die Maschinenhalle und den 30. October 1872 alle Dachbogen für das Rundgangdach aufgestellt und fertig montirt.

Zum Schlusse seien noch einige Bemerkungen beigefügt, zur Richtigstellung vielfach verbreiteter irriger Ansichten über die bei der Projectsverfassung und Ausführung sämtlicher Eisenconstructions thätigen Ingenieure. Die Idee zur Form der Rotunde gab der englische Schiffbauingenieur Scott Russel, indem er dem Generaldirector der Weltausstellung drei sehr unvollständige Skizzen mit einer sehr allgemein gehaltenen sogenannten Baubeschreibung vorlegte, jedoch ohne Beigabe irgend einer theoretischen Berechnung oder einer Detailzeichnung. Auf den Einlageblättern *H*, *J* und *K* sind die von Scott Russel gegebenen Skizzen getreu wiedergegeben und ist auch die Beschreibung derselben hier angeschlossen *).

*) Die Zeichnungen *H*, *I*, *K* geben die Grössenverhältnisse und Einzelheiten der practischen Construction des eisernen Theiles des grossen Centralgebäudes, sowie einiger Holz- und Stein-Constructions, allein der gegenwärtige Contract bezieht sich nur auf die Eisenbestandtheile. Wo die Dimensionen der Pläne von denen der Beschreibung abweichen, sind die der Beschreibung als die genaueren anzunehmen.

Der Grundriss des ganzen Gebäudes besteht aus einer 120 breiten Hauptgalerie, an die sich beiderseits senkrecht ausspringende 8° breite Seitengalerien anstossen. In der Mitte der ganzen Anlage erhebt sich die grosse Rotunde, deren Mittelpunkt in der Achse der Hauptgalerie liegt. Um die äussere Wand der Rotunde legt sich in halber Breite die Hauptgalerie in Fachwerkbau noch herum. Den Haupteingang bildet ein Transept in den Maassen der Hauptgalerie; die Achse desselben trifft ebenfalls auf den Mittelpunkt der Rotunde.

Die letzten gegen die Mitte zufallenden Seitengalerien sind nach vorne und rückwärts durch Querbauten verbunden; dieselben sind durch Eckpavillons flankirt, öffnen sich links und rechts vom Eingangsportal als Arkaden, hinter denen Bureaux untergebracht sind.

Durch diese Querverbindungen entsteht ein quadratischer Mittelbau, in dessen Mitte sich die Rotunde erhebt.

Alle Gesimse, Ornamente u. dgl. sind in die Kostenberechnung nicht mit einzubeziehen, sondern werden nachträglich aus Zinkblech befestigt werden. Wohl ist aber für diese Befestigung an den Constructionstheilen Vorsorge zu treffen.

Zeichnung *H* zeigt das eiserne Gebäude im Grundriss, im Maassstab $\frac{1}{500}$. Die untere Hälfte zeigt den Plan des Erdgeschosses; die punktirten Linien sind Holzwerk, das in diesem Contract nicht enthalten ist. Die 16 aufrecht auf den Boden stehenden Tragsäulen sind durch schraffierte Flächen dargestellt in Dimensionen von 10 Fuss Länge und 24 Fuss Breite.

Die obere Hälfte stellt den Plan des Daches dar, wobei die schraffirten Flächen die andern 16 Tragsäulen bezeichnen. Die strahlenförmigen Linien zeigen die Stellen der geraden Radialträger, die in der Zahl von 30 das Dach stützen, wovon 28 auf den Tragsäulen und zwei über offenen Stellen der Hauptgalerie ruhen.

Die Kreise auf dem Dachplan zeigen die Ringträger, welche die Radialträger an der Aussenseite des Daches kreuzen. Die beiden ersten ruhen auf den äusseren und inneren Kanten der Säulen. Die dritte, vierte, fünfte, sechste und siebente sind in Zwischenräumen angebracht, welche in gleichen Verhältnissen bis zu der ersten ringförmigen Plattform abnehmen. Drei dunkle kreisrunde Linien auf dem

Die Form und die Dimensionen des Centralbaues für die Weltausstellung wurden von dem Generaldirector angenommen, da aber von Scott Russel weiter gar keine Zeichnungen und noch weniger Berechnungen zu erhalten waren, so mussten dieselben im Ingenieurbureau der Weltausstellung, dessen Chef Herr Hofrath Ritter von Engerth ist, ausgefertigt werden und Scott Russel hat keinen Antheil, weder an der weiteren Projectsverfassung, noch an der Beaufsichtigung und Montirung des Baues gehabt.

In der Bauabtheilung des Ingenieurbureaus wurden die Berechnungen und Detailconstructions für den eisernen Centralbau sowohl, als auch für die eisernen Dachconstructions des Industriepalastes und der Maschinenhalle durch den Obergeringenieur und Bauinspector Heinrich Schmidt unter Mithilfe des Ingenieurs Adalbert Baumann gefertigt, und waren bei der Bauausführung selbst, bei Materialübernahmen und der Montirung noch die Ingenieure Moriz

Plan stellen eine horizontale ringförmige Plattform dar, in welcher die untere Abtheilung des kegelförmigen Daches endet und die zweite Abtheilung beginnt. Diese drei dunkleren Linien stellen dar den äusseren Ringträger um die Plattform, den inneren Ringträger um die Plattform und die innerste Linie, die cylindrische Basis und Centrallinie der aufrechten Säulen, welche die zweite Abtheilung des conischen Daches tragen. Das zweite conische Dach ist in seiner allgemeinen Construction dem ersten ähnlich, nur verhältnissmässig kleiner. Auf dem Gipfel desselben ist die obere ringförmige Plattform durch drei Linien dargestellt, wovon die äussere und innere Ringträger-Parapets sind, während die mittlere die Basis eines eisernen Cylinders zeigt, welche die dritte und letzte Abtheilung des Daches bildet.

Zeichnung *I* zeigt das eiserne Gebäude im Durchschnitt in einem Maassstab von $\frac{1}{500}$.

Die ganz ausgezogenen Linien sind die im vorliegenden Contracte enthaltene Eisenconstruction. Die punctirten Linien und schattirten Stellen bezeichnen die im Contract nicht enthaltenen Holz- und Stein-Constructions. Die Zeichnung zeigt zwei von den zwei und dreissig eisernen Tragsäulen, welche das Dach stützen. Auf ihnen ruht das ununterbrochene aus eisernen Platten bestehende conische Eisendach, an dessen Aussenseite auf jeder Seite zwei gerade Radialträger sich befinden, die von sieben Rundträgern durchschnitten sind. Auf der Spitze derselben sind zwei ringförmige Plattformen, umgeben von zwei Parapets. Von den beiden ringförmigen Plattformen erheben sich die Tragsäulen der oberen Abtheilung des Daches, dreissig an Zahl, welche das obere conische Dach von Eisenplatten tragen, an dessen Aussenseite dreissig gerade Radialträger angebracht sind, die von vier Ringträgern durchschnitten und von einer ringförmigen, von zwei ringförmigen Parapets umgebenen Plattform gekrönt werden. Von dieser zweiten ringförmigen Plattform erhebt sich die dritte Abtheilung des Daches, bestehend aus einem Cylinder aus Eisen-Platten und Winkeleisen.

Zeichnung *K* zeigt die Einzelheiten der Construction in einem Maassstabe von $\frac{1}{100}$.

A. A. Die eisernen Tragsäulen.

E. F. G. Die Querschnitte derselben.

B. B. C. C. Die Eisenplatten des conischen Daches.

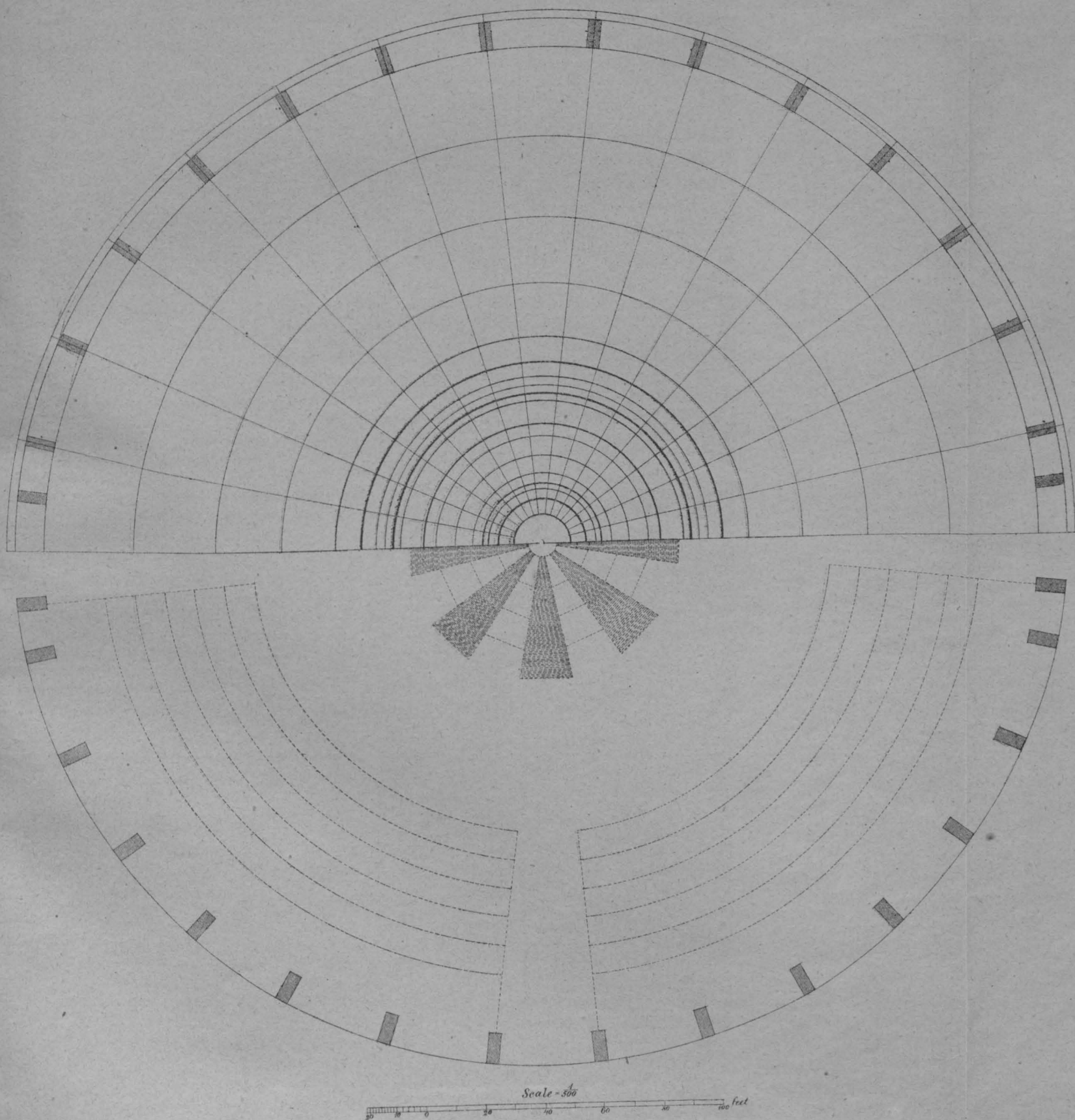
D. D. Die eisernen Ringträger, welche auf der Spitze der Tragsäulen aufrufen.

H. K. I. M. Die geraden Seitenträger, welche an dem conischen Dach hinauflaufen und die Ringträger,

H. K. L. M., welche um das Dach herumgehen.

Die aufrechten Tragsäulen A A bestehen hauptsächlich aus einem Centralgerüste, das zehn Fuss lang ist, und aus 4 Fuss breiten

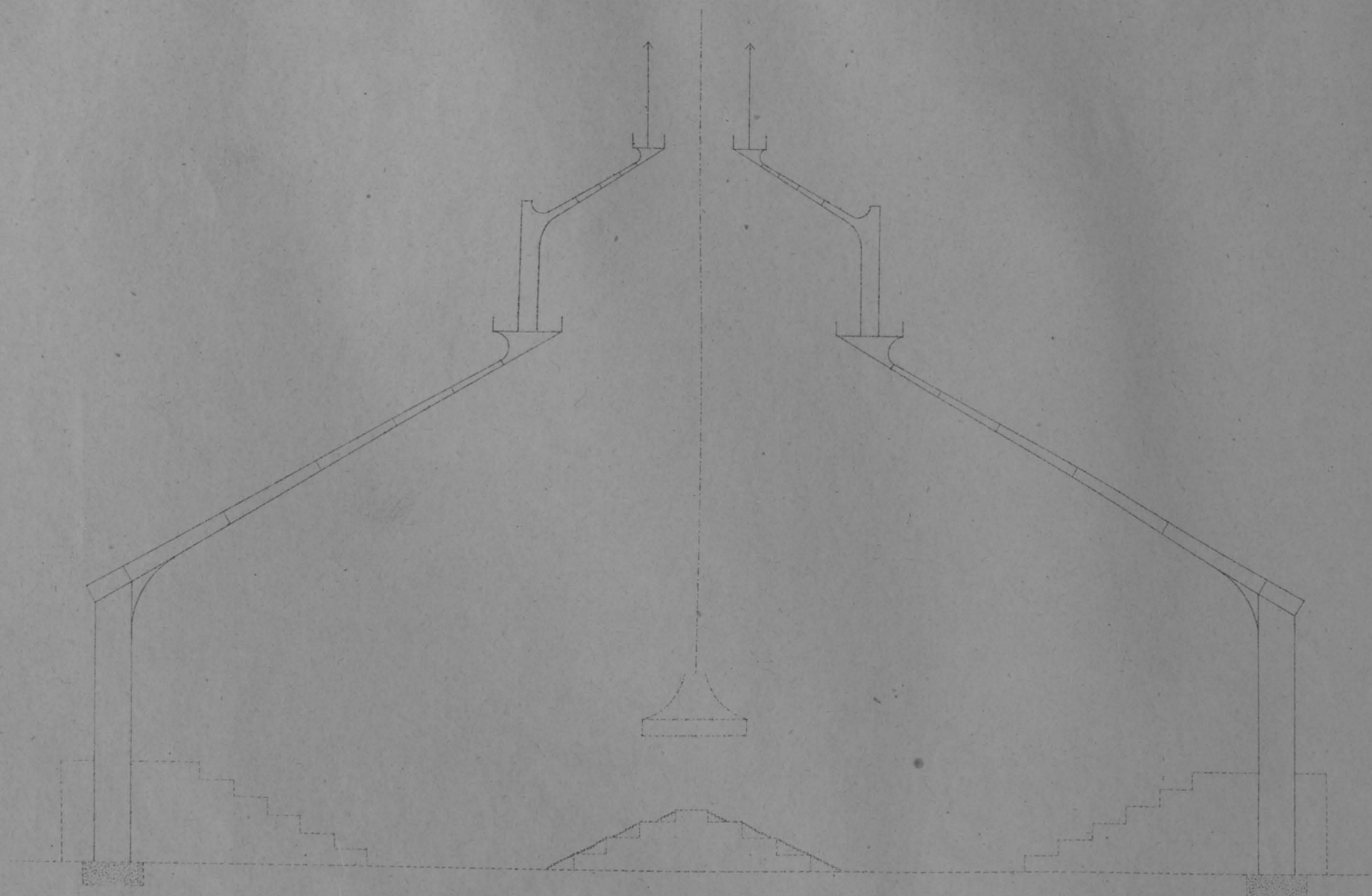
SCOTT RUSSELS ENTWURF ZUM EISERNEN CENTRALBAU DER WELTAUSSTELLUNG VON WIEN.



PLAN.

R. Waldheim arch. Anst. Wien.

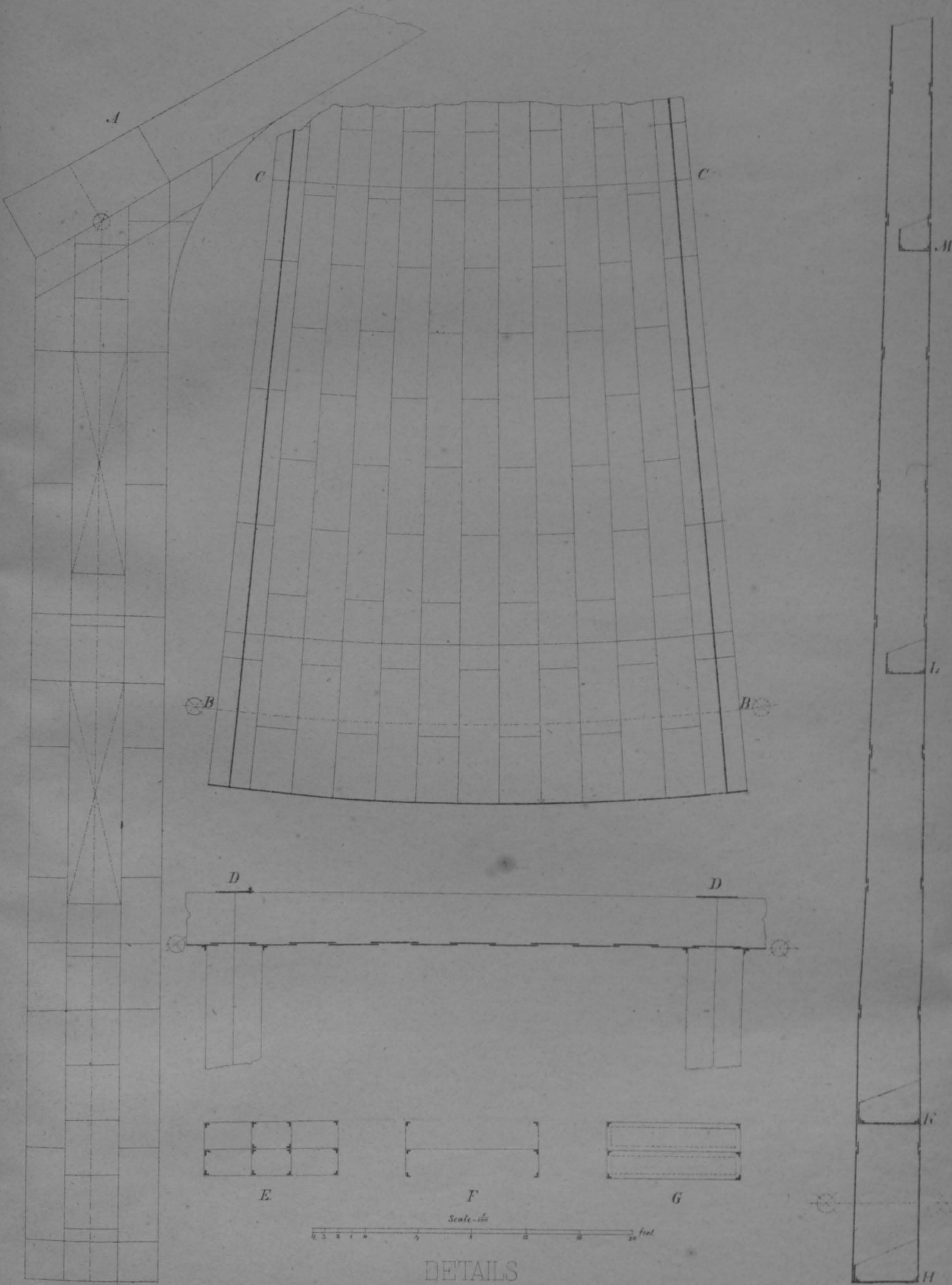
SCOTT RUSSELS ENTWURF ZUM EISERNEN CENTRALBAU DER WELTAUSSTELLUNG VON WIEN.



Scale $\frac{1}{300}$
 20 10 0 30 40 50 60 70 80 90 100 feet

SECTION

SCOTT RUSSELS ENTWURF ZUM EISERNEN CENTRALBAU DER WELTAUSSTELLUNG VON WIEN.



Prasch, Friedrich Kleyle und A. Raubal von Seite der Generaldirection thätig.

Die Gerüstungen waren dem Bauunternehmer J. C. Harkort überlassen, sie wurden durch seinen Oberingenieur Offergeld entworfen und vom Chefingenieur der Weltausstellung, Herrn Hofrath Ritter v. Engerth genehmigt.

Ingenieur R. Steiger war als technischer Bevollmächtigter des Unternehmers Harkort und als sein Chefmonteur thätig, welchem die Ingenieure L. Seifert, C. Scharovsky und H. Bender beigegeben waren.

Wie Scott Russel den Bau der Rotunde, namentlich die Construction und Montirung des Daches durchzuführen gedachte, geht aus den Mittheilungen hervor, die in der englischen Wochenschrift „Engineering“ des Jahres 1873 veröffentlicht sind. Seine Betrachtungen über die Dachconstruction, sowie die Beschreibung der von ihm beabsichtigten Montirung des Daches, bedürfen keiner weiteren Kritik, sie geben selbst Zeugniß von seinen kindlich naiven Anschauungen über die zur Wirkung gelangenden äussern und inneren Kräfte eines in seinen Dimensionen so riesenhaften Systemes.

Es würde hier zu weit führen, alle die von Scott Russel in „Engineering“ aufgeführten irrigen Behauptungen einzeln zu widerlegen, nur einer derselben soll entgegengetreten werden; er behauptet nämlich: „Alle Aenderungen welche an seinem Projecte vorgenommen wurden, seien nur durch die Wahl der Montirungsmethode bedingt gewesen.“

Dies ist ganz und gar unrichtig. Jeder Sachverständige kann aus den von Scott Russel gegebenen Skizzen und deren Beschreibung, im Zusammenhalt mit seinen im „Engineering“ gegebenen Erläuterungen, ent-

Innen- und Aussenplatten, welche in *F* im Durchschnitt dargestellt werden.

Dieselben werden am Boden sowohl, als an der Spitze durch eingefügte Querplatten verstärkt, welche unter *E* im Durchschnitt dargestellt sind. Fünf verstärkende Querplatten sind auch durch feine, die Säulen durchkreuzende Linien angedeutet, welche verstärkende Platten im Durchschnitte *G* mit ihren entsprechenden Winkelseisen gezeigt werden. Es ist zu bemerken, dass diese 10 Fuss starken, 4 Fuss breiten aufrecht stehenden Tragsäulen, aus zwei Reihen 3 Fuss breiten und 10 Fuss langen Platten bestehen, welche durch eine Reihe 5 Fuss breiter Platten verbunden sind, die in Zwischenräumen, welche durch die punctirten Querlinien angedeutet sind, ausgelassen werden.

Der mit *w* bezeichnete Punkt an der Spitze der Säulen ist der Constructions-kreis; bis zu diesem Punkte sind die Tragsäulen, vom Boden an gerechnet, genau 80 Fuss hoch. Die krummen Eisenbestandtheile, welche unter dem conischen Dache zu sehen sind, bilden einen Theil der Tragsäulen und sind von ähnlicher Construction.

Die konischen Eisenplatten, welche das Dach bilden, sind in Figur *B. B. C. C.* entwickelt.

Die Linie *B. B.* welche so bezeichnet ist, ist der Constructions-kreis, welcher 1080 Fuss im Umfang hat, und in dreissig Abschnitte von je 12 Grad eingetheilt ist. Einer dieser Abschnitte ist zwischen den zwei dunklen Linien *BCBC* dargestellt. Diese dunklen Linien auf dem Constructions-kreis *BB* sind genau 36 Fuss von einander entfernt und die dunklen Linien *BB* und *CC* bezeichnen die Stellen von zwei geraden Radialträgern.

Die eiserne Bedachung besteht aus 3 Fuss breiten, 10 Fuss langen Platten auf dem Constructions-kreis, welche jedoch gegen

nehmen, dass es geradezu eine Unmöglichkeit ist, den Bau, namentlich die Montirung des Daches in der von ihm gedachten Art und Weise, auszuführen.

Seine Dachconstruction ist so schwach und unrichtig construiert, dass sie sich selbst nicht tragen kann, geschweige denn den absichtlich von ihm auf dem Dache gehaltenen Schneemassen und den Stürmen Widerstand zu leisten im Stande wäre.

Da im „Engineering“ Detailconstructionen ohne Angabe der Quelle, woher sie bezogen sind, gebracht werden, so wird die Redaction desselben ersucht, nachträglich bekannt zu geben, dass dieselben mit Erlaubniß der Generaldirection der Weltausstellung, von den Originalplänen des Ingenieurbureaus copirt wurden, denn die Angabe der Bezugsquelle einer geistigen Arbeit ist üblich.

Kleinere Mittheilung.

Schmalspurige Bahnen. Von Ingenieur Edm. Herzog.

Mit der Projectirung und Bauleitung einer schmalspurigen Bahn betraut, ist es natürlich, dass ich mich mit dem Studium derselben nach verschiedenen Richtungen befasst habe. Das Thema der schmalspurigen Eisenbahnen wurde in letzterer Zeit von verschiedenen hervorragenden Fachmännern in mitunter dickleibigen Broschüren behandelt; die meisten derselben betrachten die Frage vom Gesichtspuncte der Lebensfähigkeit der Schmalbahnen, und während ein Theil der Autoren ein nahezu absprechendes Urtheil fällt, stellte der andere Theil denselben ein glänzendes Prognosticon.

Ich erlaube mir auch meine Ansicht hierüber auszusprechen, welche darin besteht, dass das Richtige — wie gewöhnlich — auch hier in der Mitte, jedoch jedenfalls näher der letzteren als der erstern Ansicht sein wird.

In den Abhandlungen des Freiherrn v. Weber und des Hof-

die Spitze des Kegels allmählig sich zuspitzen, mit Ausnahme der äusseren Reihen von halber Länge.

Diese Breite von 36 Zoll wird von dem Mittelpunkt eines Nietnagels bis zum Mittelpunkt eines anderen gerechnet und schliesst die Klappen nicht ein. Die Anordnung dieser Platten ist dargestellt in dem runden Abschnitt *DD* und in dem geraden Abschnitt *H, K, L, M*.

Der äussere Ringträger, die Spitze der Säulen und der Abschnitt des kegelförmigen Eisendaches längs des Constructions-kreises sind in *DD* dargestellt. Die Mittelpunkte von zwei Säulen *DD* sind auf dem Constructions-kreis 36 Fuss von einander entfernt.

D und *D* sind die oberen Platten der geraden Radialträger; und die untere Platte des geraden Radialträgers ist eine der Platten des conischen Daches.

Der Abriss *H, K, L, M* zeigt den unteren Theil eines der geraden Radialträgers, welcher 5 Fuss stark ist, auf dem Constructions-kreis und gleichmässig gegen die Spitze des Constructions-kegels sich verschmälert.

Die untere Seite besteht aus den conischen Eisenplatten des Daches, welche Platten 10 Fuss lang sind; die obere Seite besteht aus ähnlichen Platten. Die Deckplatte der Träger wird gebildet entweder aus einer einzigen oder aus einer doppelten, über einander liegenden Reihe von Platten, welche so angeordnet sind, dass sich die Stossfugen am Kopfe und am Fusse der Träger alterniren.

Die eisernen Ringträger, welche auf der Spitze der Säulen ruhen in *A*, sind im Durchschnitt dargestellt in *H* und *K*. Die schiefen Linien, welche speichenartige Versteifungsstücke andeuten, welche zwischen die geraden Radialträger *L* und *M* eingeschoben sind, zeigen den dritten und vierten Ringträger im Durchschnitt und wie er verhältnissmässig schmaler wird.

rather v. Nördling sind Beispiele von bereits ausgeführten und im Betrieb stehenden Schmalbahnen in England, Frankreich, Schweden, Norwegen, Russland, Indien etc. etc. zusammengestellt und bezüglich Baukosten und Betriebsergebnisse sehr lehrreiche Daten enthalten, und zwar für den öst-reichischen Techniker um so lehrreicher, als im Inlande wenige Beispiele von schmalspurigen Bahnen existiren, noch weniger aber solche, die als mustergiltig und nachahmenswerth aufzustellen sind. Die beim Bau und Betrieb von schmalspurigen Bahnen in Betracht zu ziehenden Verhältnisse sind so vielseitig — (z. B. die Wahl der Spurweite im Zusammenhalt mit dem kleinsten Radius und der hiemit eng zusammenhängende feste Radstand der Fahrbetriebsmittel; die zu überwindende grösste Steigung im Zusammenhalt mit der hinaufzuschaffenden grössten Last und das damit zusammenhängende Gewicht der Locomotiven, die hiemit wieder im Zusammenhang stehende Wahl des Systemes und des Gewichtes der Schienen, die Art der Umladung der Waaren u. s. w. u. s. w.) — dass trotz der vorliegenden, mitunter sehr gelungenen Beispiele im Auslande in jedem neuen Falle neue wichtige Erwägungen nothwendig werden, neue wichtige Bedenken gegen bereits in Anwendung befindliche Systeme auftauchen werden. Ich kann zufolge meiner amtlichen Stellung, welche mich vielseitig in Anspruch nimmt, in das nähere Detail der hier gestreiften Fragen für jetzt noch nicht eingehen; nur die Bemerkung will ich für heute nicht unterlassen, dass nach meinen Erfahrungen die Begriffe über die durch den Bau von schmalspurigen Bahnen gegen die normalspurigen zu erzielenden Ersparnisse noch lange nicht geklärt sind. Im Allgemeinen schlagen sämtliche mir in dieser Richtung bekannten Autoren diese Ersparnisse viel zu gering an.

Die vom Hofrath v. Nördling angeführten Beispiele zeigen auf das Unzweideutigste, dass in Fällen, in denen die Inbetriebsetzung die Zinsen des Baucapitals lange nicht hereingebracht hätte, die Betriebsergebnisse einer schmalspurigen Bahn sich vollkommen befriedigend gestaltet haben.

Es ist im Allgemeinen bei Beurtheilung der Frage, ob normal- oder ob schmalspurig gebaut werden soll, ganz falsch, die Bau- und Betriebskosten einer normalspurigen Bahnlinie und die Leistung derselben mit den Kosten einer schmalspurigen Linie und deren Leistung zu vergleichen; denn wie die obcitirten Beispiele zeigen, beansprucht sehr oft der Verkehr einer Gegend nicht die grossartigen Leistungen einer Bahn ersten Ranges, ist jedoch beträchtlich genug, um die Auslagen für eine den Anforderungen entsprechende Schmalbahn zu rentiren.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, so wie in Berücksichtigung des vorwiegend gebirgigen Charakters eines grossen Theiles der österr.-ungar. Monarchie hege ich die Ueberzeugung, dass sich die Schmalbahnen binnen Kurzem bei uns Bahn brechen werden und vorwiegend zur Vermittlung des Verkehrs auf Nebenlinien dienen werden.

Es ist nun der Zweck dieser kleinen Mittheilung, dem ausführenden Techniker die Entscheidung einiger auf die Programmstellung beim Bau der schmalspurigen Bahnen Bezug habenden Fragen durch Anführung erprobter Daten und Erfahrungsergebnisse zu erleichtern, indem ich das zur Projectirung der Schemnitzer Montan-Bahn mir gestellte Programm mittheile, und die während des Baues und des Verkehrs der Materialzüge gemachten Erfahrungen veröffentliche.

Trace-Richtung und Gefäll. Die Schemnitzer Montan-Bahn zweigt vom Bahnhof der k. ung. Nordbahn Garam-Berzencze (Côte 263 Meter) ab, übersetzt oberhalb dieses Stationsplatzes den Granfluss vermittelt einer auf gemauerten Widerlagern und Holzjochen ruhenden, in eisernen Schuhen abgebandenen Holzbrücke von 80 Meter Lichtweite.

Von hier an zieht sich die Trace weitere 2 Kilometer östlich am linken Gran-Ufer beim Dorfe Grau-Brenzitz vorübergehend fort, und erreicht das gegen Schemnitz führende Jaszenicza-Thal.

Bisher variiren die Gefällsverhältnisse zwischen $\frac{1}{\infty}$ und 8‰. Am rechten Ufer des Jaszenicza-Baches sich fortschlängelnd, wurde die Linie 2 Kilom. vor dem Dorfe Kozelnik, welches das ganze Thal absperrt, durch Einschalten einer Rampe von 20‰ Steigung an die Lehne gelegt, wodurch ermöglicht wurde, das Dorf Kozelnik zu umfahren. Es wurde nun durch Einlage eines 1 Kilom. langen horizontalen Stückes möglich, wieder die Thalsohle zu erreichen, und zieht die Trace, die Vorsprünge der Lehne an den Thalengen durchschnei-

dend bis zur Station Dilln in den zwischen 13‰ und 18‰ variirenden Steigungen hin.

Station Dilln liegt 14.5 Kilom. von Garam-Berzencze entfernt und wurde mit Rücksicht auf die nun folgende 7.5 Kilom. lange continuirliche Steigung von 20‰ als Wasserstation eingerichtet.

Von Station Dilln (Côte 420) aus, bis wohin der Niveau-Unterschied 157 Meter beträgt, hat die Trace bis zur Wasserscheide vor Schemnitz weitere 142 Meter zu ersteigen, was bei der sehr geringen Luftdistanz nur durch mehrfache Thalübersetzungen und durch vollkommene Ausnützung der Terrain-Verhältnisse bei der vorgeschriebenen Maximalsteigung von 20‰ möglich war.

Von der Wasserscheide aus (Höhen-Côte 562 Meter) entwickelt sich die Linie an der gegen Schemnitz hinziehenden Lehne in einer Länge von 1.2 Kilom. im Gefälle von 20‰ bis zum Stationsplatze Schemnitz, welcher in 2.5‰ Gefälle angelegt ist und die mittlere Höhenlage von 540.5 Meter hat.

Trotz der ausgiebigsten Anwendung des vorgeschriebenen kleinsten Radius von 80 Metern und des Maximalgefälles von 20‰ kommen in der zuletzt beschriebenen Partie Dilln-Schemnitz verhältnissmässig grosse Erd- und Felsarbeiten vor, und wäre bei Anwendung der normalen Spur die Führung der Trace nach Schemnitz in der skizzirten Weise und bei den angenommenen Gefälls-Verhältnissen aber mit dem unverhältnissmässig höheren Kostenaufwande (dem Dreifachen) verbunden gewesen.

Bau-Programm. Die Bahn ist für einen Meter Spurweite ein-geleisig angelegt, und wie aus Vorstehendem ersichtlich, ist die Maximalsteigung 20 per Mille. Als Minimal-Radius war 80 Meter festgesetzt. (Grundzüge für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen, bearbeitet von der technischen Commission des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen S. 23, §. 3.)

Unterbau. Die Kronenbreite wurde in der Unterbanhöhe mit 3.2 Meter festgestellt und in Curven an der Aussenseite, so wie auf hohen Dämmen entsprechend erweitert.

Die Beschotterung ist zwischen Unterbau und Schwellen-Unterkannte 0.13 Meter hoch.

Die Durchlässe sind theils gedeckt, theils gewölbt, theils in niedern Dämmen offen, mit überlegten Holzträgern ausgeführt, die grösseren Brücken haben gemauerte Widerlager und Holz-Construction.

Oberbau. Dieser ist in ähnlicher Weise construirt wie der Oberbau der Normalpur-Bahnen ersten Ranges. Als Schienen sind Vignol-Schienen von 80 Millimeter Höhe und 70 Millim. Fussbreite im Gewichte von 30 Zollpfund per laufenden Meter angenommen. An den festen Stössen sind Stossplatten und Laschen angewendet. Mittelplatten sind nicht verwendet. Die Schwellen sind 1.7 Meter lang, 0.12 Met. hoch, und die Mittelschwellen 0.10 oben, 0.18 Met. unten, die Stosschwellen 0.18 oben, 0.24 unten breit.

Die Bögen sind, mit geringen Ausnahmen, mit Uebergangs-Curven in der Weise eingelegt, dass der Radius der schärfsten an die Grade sich anschliessenden Curve 300 Meter beträgt, an diesen schliesst sich ein entsprechendes Stück von 150 Meter Radius, und dann erst folgt die eigentliche schärfere Curve.

Desgleichen ist in allen Curven für entsprechende Erweiterung der Spur und für Erhöhung des äusseren Schienenstranges gesorgt. Die Neigung der Schienen beträgt $\frac{1}{16}$.

Hochbau. Mit Rücksicht auf den Umstand, dass der Betrieb für Personen-Transport eingerichtet wird, konnten die Hochbauten nicht auf jenes Minimum reducirt werden, welches bei Secundär-Bahnen erwünscht ist, und betragen die Hochbauten nebst mechanischer Einrichtung 10 Procent der Gesamt-Anlagen. In der Nähe der Ortschaften Dilln und Kozelnik sind statt der Wärterhäuser bloss Signalhütten errichtet, und sind auf der ganzen 3.1 Meilen langen Linie ein doppeltes Wärterhaus auf der Station Schemnitz, ein einfaches auf der Anschlussstation Garam-Berzencze und 5 einfache Wärterhäuser nebst 2 Signal-Wärterhütten auf der laufenden Bahn erbaut.

Bahnhof-Anlagen und Ueberladung. Die Anschlussstation Garam-Berzencze ist in gleichem Niveau mit dem Bahnhof der königl. ungar. Nordbahn angelegt, hat anser einem aus den Geleisen der Hauptbahn ausweigenden normalspurigen Geleise, auf welches der zum Ueberladen auf die Montan-Bahn-Waggons bestimmte Zug geführt wird, drei schmalspurige Geleise, deren erstes dem breitspurigen Ver-

ladegleise so nahe gerückt ist (von Mitte zu Mitte 2.85 Meter), dass die Ränder der Fahrbetriebsmittel bloss 0.2 Meter von einander entfernt bleiben.

Die Geleise der Montan-Bahn sind 3.2 Meter von einander entfernt. Mit Rücksicht darauf, dass der grösste Theil der zur Verfrachtung kommenden Lasten aus Steinkohlen, Salz, Tabak etc. besteht, welche in der Richtung gegen Schemnitz zu transportiren sein werden, so wie in Anbetracht dessen, dass das Plateau der Hauptbahn-Waggons um 0.35 Meter höher liegt als jenes der Montan-Bahn-Waggons, ist die Verladung der Massengüter durch Vermittlung der zwei nahe an einander gerückten Verladegleise eine sehr bequeme, und wird auch für die Ueberladung der auf die Hauptlinie übergehenden, übrigens wenigen Güter nicht unpractisch sein.

Die Weichen- und Kreuzungs-Vorrichtungen auf den Stationen sind den auf der Hauptbahn in Verwendung stehenden ähnlich, speciell die Kreuzungen sind aus Schalenguss (Patent Ganz).

Die Station Garam-Berzenecze, so wie die Zwischenstation Dilln sind horizontal und gerade angelegt, während die Einfahrt in die Endstation Schemnitz durch zwei aufeinander folgende Bogen von 80 Met. Radius geschieht und der letzte Theil der Station in einer Länge von 2 Hectometer gerade ist und in einer grossen Stützmauer abschliesst.

Fahrbetriebsmittel. Die Wahl der Fahrbetriebsmittel für diese mit so continuirlich grossen Steigungen angelegte Bahn war keine leichte, und wird sich die Zweckmässigkeit der angeschafften Locomotiven und Waggons erst durch den Betrieb erweisen müssen.

Locomotive. Die königl. ungar. Eisenbahn-Baudirection hat sich für Locomotive mit separatem Tender entschieden, weil bei Tender-Maschinen die Gefahr nahe lag, dass sich auf der langen Strecke von 20‰ die Adhäsion durch den fortwährenden Verbrauch von Feuerungs-Material und Speisewasser zu sehr vermindern werde. Ausserdem sind die Bestandtheile einer Tender-Locomotive viel schwerer zugänglich und dadurch die Instandhaltung derselben erschwert.

Der äusserst feste Radstand der mit drei gekuppelten Räderpaaren versehenen Locomotive beträgt 2.1 Meter, welches Mass dem Minimal-Radius von 80 Metern entspricht.

Die Locomotiven ziehen 1000 Centner exclusive Tender und Maschine auf einer Steigung von 20‰ mit 2 Meilen Geschwindigkeit und 4000 Centner mit 3 Meilen auf horizontaler Bahn. Im Dienste wiegt die Maschine 275 Zoll-Centner, der Tender 160 Zoll-Centner, im leeren Zustande erstere 250, letzterer 75 Zoll-Centner.

Diese Maschinen leisten also so viel als die zweiachsigen Tender-Maschinen von Kraus & Comp., welche mit 2 Meter Radstand für Curven von 70 Meter Minimal-Radius und mit 360 Cent. Gewicht im Dienste construirt sind, daher 9 Tonnen Achsendruck ausüben.

Ob nun, wie von mehreren Seiten behauptet wurde, trotz der Bedenken der Baudirection die Anschaffung der Tender-Maschinen nicht zweckmässiger gewesen wäre, als die in der Sigl'schen Fabrik construirten Maschinen mit separatem Tender, wird die Erfahrung zeigen. — Den mir ebenfalls bereits gemachten Einwurf, dass diese Locomotiven zu steif für den Radius von 80 Metern construirt sind, und dass die zweiachsigen Tender-Locomotiven in dieser Richtung besser sind, widerlegt der Umstand, dass 2.1 Meter Radstand für 80 Meter Radius günstiger ist als bei den Kraus'schen Locomotiven: 2 Meter Radstand für Curven von 70 Meter Maximal-Radius. — Zudem bewegt sich die Sigl'sche Locomotive in gut gelegtem ausgerichtetem Oberbau in Bogen von 80 Meter Radius, wie ich bei Gelegenheit der Materialzüge beobachtete, vollkommen leicht und gut; der letztere Vorwurf kann demnach schon jetzt als vollkommen unbegründet bezeichnet werden.

Ohne übrigens hier der durch competente Fachmänner zu treffenden Entscheidung darüber, ob Tender-Locomotiven oder Maschinen mit separatem Tender für Schmalbahnen das Richtige seien, oder ob nicht die Anwendung beider Systeme, nur jedes am rechten Orte, das Rechte sei, vorgreifen zu wollen, bemerke ich nur, dass eine Tender-Locomotive, welche dasselbe leisten soll, als die vorhin beschriebene Sigl'sche, besonders bei zwei Achsen, zufolge ihrer Schwere einen so grossen Achsendruck ausüben würde, dass dadurch der Oberbau viel schwerer gehalten werden müsste und die ganze Bahnanlage vertheuert wäre.

Die Hauptdimensionen der Locomotive sind folgende:

Cylinder-Durchmesser	290 Millimeter
Kolbenhub	500 "
Triebrad-Diameter	950 "
Mittlerer Kessel	900 "
Anzahl der Siedrohre	76
Aeusserer Durchm. derselben	52 "
Länge derselben	2880 "
Heizfläche	36.7 □Meter
Heizfläche des Feuerbox	4.5 □Meter
Gesamtheizfläche	41.2 □Meter
Rostfläche	0.75 □Meter
Grösste Breite der Locomotive	2215 Millimeter
Höhe des Rauchfanges über den Schienen	3200 Millim.
Effective Dampfspannung 8 1/2 Atm.	
Gewicht der dienstfähigen Locomotive ohne Tender	275 Zoll-Centner
Aeusserster Radstand	2100 Millimeter.

Hauptdimensionen des Tenders:

Radstand	1500 Millimeter
Anzahl Achsen	2
Wasserraum	3 C.-M.
Brennstoff	1.5 C.-M.

Waggons. Die Waggons sind ähnlich den Waggons auf den Hauptbahnen mit zwei Puffern mit Trag- und Zugfedern, und circa der dritte Theil derselben mit Bremsen versehen.

Durchgehends sind Schalengussräder verwendet, mit dem Unterschiede, dass die Räder für die Bremswagen mit einem Reifen aus Bessemer-Stahl überzogen sind. Die Raddicke beträgt 12 Millimeter, wovon 9 Millim. auf den Rad-Tyre und 3 Millim. auf den Spurrads entfallen.

Die Hauptdimensionen der Waggons sind:

Spurweite	1000 Millim.
Kastenlänge der Kohlenwagen	4148 Millim.
" " gedeckten Lastwagen	4236 Millim.
" " Personenwagen	4000 Millim.
exclusive der an den Stirnseiten befindlichen Auftritt-Perrons, welche 450 Millim. breit sind:	
Kastenbreite der Personenwagen	1800 Millim.
" " Kohlenwagen	1960 "
Höhe der Fussboden-Oberkante über den Schienen	915 Millim.
Kastenhöhe der Personenwagen, innere Lichte	1900 Millim.
" " gedeckten Lastwagen innerer Lichte	1800 Millimeter
Innere Bordwandhöhe der Kohlenwaggons	900 Millim.
" " Schotterlowry's	250 Millim.

Es erübrigt mir, noch Einiges über den Oberbau zu sagen.

Ueber die Construction des Oberbaues. Bei Anwendung des Minimal-Radius von 80 Meter, und bei dem Umstande, dass der Projectant in Gebirgsstrecken aus Sparsamkeitsrücksichten die ausgiebigste Anwendung vom festgesetzten Minimal-Radius macht, wird bei einem nur einigermaßen regen Verkehr das Oberbau-Materiale stark in Anspruch genommen. Es wird deshalb in allen Fällen eine sehr sorgsame Oberbau-Erhaltung nothwendig sein und die Bahnerhaltung eine verhältnissmässig kostspielige werden.

Indem ich deshalb anrath, so lange der feste Radstand mit 2.1 Meter beibehalten werden muss, die Curve von 80 Meter Radius womöglich zu vermeiden und nur in zwingenden Fällen schärfere Curven als von 100 Meter Radius anzuwenden, ist es auch sehr geboten, auf das Oberbau-Materiale ein besonderes Augenmerk zu richten. — Wenn ich auch die Ueberzeugung hege, dass das für die Schemnitzer Montan-Bahn vorgeschriebene Schienen-System bei sorgfältiger Oberbau-Erhaltung entsprechen wird, umso mehr, weil selbe im Brezowaer Walzwerke aus vorzüglichem Materiale erzeugt wurden, würde ich dennoch empfehlen, für Gebirgsstrecken ein schwereres Schienenprofil etwa mit 40 Zoll-Pfund per laufenden Meter zu wählen.

Desgleichen wären die Nägel gehörig lang und stark, demzufolge auch die Schwellen nicht unter 0.15 Meter dick zu halten. Als

Schotter empfiehlt sich grober Schlägelschotter besser als mit Sand vermengter Flussschotter, desgleichen wäre die Entfernung der Schwellen von Mitte zu Mitte nicht über 0.70 Meter zu machen.

Erweiterung. Endlich ist ohne das richtige Mass für Erweiterung und Ueberhöhung der Schienenstränge an eine Sicherheit des Betriebes nicht zu denken.

Die für die Erweiterung der Schienenstränge in den Bögen gewöhnlich angewendete Formel;

$$e = \frac{w d}{2R}, \text{ wobei } \frac{1}{n} = \frac{1}{16} = \text{Conicität}$$

der Räder, w = Spurweite, d = Raddurchmesser und R = Radius des Bogens, gab für die bisher beschriebenen Verhältnisse nicht entsprechende Werthe, und es haben sich für die Erweiterung folgende Masse als gut bewährt.

Für $R = 80$ Meter.	$e = 50$ Millimeter
" $R = 100$ "	$e = 40$ "
" $R = 125$ "	$e = 35$ "
" $R = 150$ "	$e = 30$ "
" $R = 175$ "	$e = 25$ "
" $R = 200$ "	$e = 20$ "
" $R = 250$ "	$e = 15$ "
" $R = 300$ "	$e = 10$ "

Ueberhöhung. Die Ueberhöhung ist von der k . ung. Eisenbahn-Bandirection vorgeschrieben worden, und entsprechen die nachfolgenden Werthe, welche sich als richtig erwiesen haben, nahezu der Formel nach Winkler:

$$h = \left(\frac{c^2}{g} - r \right) \frac{w}{R}$$

bei einer Fahrgeschwindigkeit von 4 Meilen = 8.43 Met. per Secunde. In dieser Formel ist zu substituieren für c die Fahrgeschwindigkeit, für g die Acceleration = 10 Meter, für r Radhalbmesser, für w die Spurweite, für R der Radius des Bogens.

Die für die verschiedenen Radien entfallenden Werthe sind:

Für $R = 80$	$h = 86$ Millimeter
" $R = 100$	$h = 68$ "
" $R = 125$	$h = 55$ "
" $R = 150$	$h = 46$ "
" $R = 175$	$h = 39$ "
" $R = 200$	$h = 34$ "
" $R = 250$	$h = 27$ "
" $R = 300$	$h = 23$ "

Zwischengerade. Ich füge noch hinzu, dass ebenso unerlässlich wie die Erweiterung und Ueberhöhung der Schienenstränge auch die Einschaltung gehörig langer Zwischengerade zwischen zwei Bögen ist. In Fällen, wo für Uebergangs-Curven gesorgt ist, genügt zwischen Bögen nach einer Richtung eine Zwischengerade von 5 Meter zwischen Contrabögen von 10 Meter Länge. Falls Uebergangs-Curven fehlen, müssen mindestens 20 Meter Zwischengerade vorhanden sein, in welcher die Erweiterungen und Ueberhöhungen der Bogen successive auslaufen müssen.

Indem ich diese Mittheilungen schliesse, behalte ich mir vor, binnen Kurzem einige vielleicht interessante Daten über die Kosten der Schmalbahnen zu veröffentlichen, und bin bis zu diesem Zeitpunkte den geehrten Kollegen zu Auskünften jeder Art zur Verfügung.

Das Aichen (Staxatura) der Barken für die Zufuhr des Steines zu Steinwürfen etc.

Von Eduard Ritter v. Heider.

Unter obigem Titel habe ich in der Zeitschrift des österr. Ingenieur-Vereines im Jahre 1854 eine Formel zur Berechnung der Tragfähigkeit solcher Barken entwickelt, welche namentlich bei Hafenbauten zum Transporte von Stein, Sand, Schotter u. dgl. verwendet werden.

Diese Formel kam seit jener Zeit bei allen Hafenbauten Oesterreichs in Gebrauch, und wurde selbst von den technischen Behörden in Bauverträgen als Norm aufgestellt.

Bei dem Umstande aber, dass in dieser Formel, wie dieselbe für den practischen Gebrauch eingerichtet wurde, die Maasse in Fuss und Zoll eingesetzt werden müssen, und das Resultat in Wiener Pfund erhalten wird, tritt die Nothwendigkeit heran, dieselbe für das Meter-

Maass und Gewicht umzugestalten, um dieselbe auch für die Folge verwendbar zu machen.

Ich ging bei Entwicklung dieser Formel von dem Gesetze aus, dass das Gewicht des durch eine Belastung des Schiffes verdrängten Wassers mathematisch genau dem Gewichte der Belastung selbst gleich sein muss, und suchte daher das Cubikmass jenes Schiffstheiles, welcher durch den Wasserspiegel zwischen den beladenen und unbeladenen Schiffen begrenzt wird, möglichst genau zu berechnen.

Aus vielen, zu diesem Zwecke genau aufgenommenen Horizontal-schnitten solcher Schiffe innerhalb der bezeichneten Grenze fand ich, dass sich deren Flächen zu den Flächen der umschriebenen Rechtecke, das ist der Producte aus der Länge und Breite des Schnittes, wie 0.77:1 bis 0.83:1 verhält. Als Mittel nahm ich daher 0.80:1 an.

Ist daher die Länge des Schiffes im unbeladenen Zustande im Niveau des Wasserspiegels gemessen = L , wobei die ausspringenden Vorder- und Aftersteven nicht mitgemessen werden, und die Breite = B , so ist die Fläche des Horizontal-Schnittes des unbeladenen Schiffes im Niveau des Wasserspiegels

$$F = 0.80 \times LB.$$

Wird ebenso die Länge l und Breite b im beladenen Zustande des Schiffes gemessen, so ist die Fläche dieses Horizontal-Abschnittes

$$F' = 0.80 \times lb.$$

Die mittlere Fläche des Horizontal-Abschnittes zwischen beladenem und unbeladenem Zustande des Schiffes ist daher:

$$F'' = \frac{F + F'}{2} = 0.40 (LB + lb).$$

Wird weiters die Differenz der Tauchung (wie es gewöhnlich gemacht wird) an den beiden Steven gemessen, und dieselbe mit t und t' bezeichnet, so ist die mittlere Tauchungs-Differenz = $\frac{t + t'}{2}$ und das Cubik-Mass dieses Schiffstheiles, oder das durch die Belastung verdrängten Wassers:

$$M = F'' \left(\frac{t + t'}{2} \right) = 0.20 (t + t') (LB + lb).$$

Ist endlich das Gewicht einer Einheit Wasser = p , so ist das Gewicht des verdrängten Wassers, mithin der eingenommenen Ladung:

$$K = 0.20 p (t + t') (LB + lb).$$

Werden in diese allgemeine Formel alle Masse in Meter und p als Gewicht eines Cubik-Meters Meerwasser mit 1020 bis 1030 Kilogramm eingeführt, so wird K in Kilogramm gefunden.

Bei der bisher im Gebrauche gestandenen Formel war L , B , l und b in Wiener-Fuss und t und t' in Wiener-Zoll einzuführen, daher auch der Coefficient 0.20 p durch 12 zu theilen kam. Durch die weitere Annahme, dass das Gewicht eines Cubik-Fusses Meerwasser statt 58 mit 60 Wiener Pfund gesetzt wurde, wurde auch der Coefficient $\frac{0.20 p}{12} = 1$ und die Formel nahm die sehr einfache Form an:

$$K = (t + t') (LB + lb).$$

Obwohl das Resultat hiedurch um etwa 3 Procent zu gross ausfiel, so glaube ich diesen Fehler einerseits im Interesse der Einfachheit der Formel und andererseits dadurch gerechtfertigt, dass die Formel voraussetzt, die Schiffswände seien im verticalen Schnitte zwischen den beiden Tauchungen geradlinig, während sie in Wirklichkeit immer etwas ausgebaucht sind, so wie, dass das durch die beiden Steven verdrängte Wasser nicht berücksichtigt ist, und weil endlich bei der Reduction des Gewichtes auf Cubik-Maass noch weit grössere Fehler unvermeidlich sind.

Soll daher das Resultat der neuen Formel mit jener der früheren Formel, wie es vielleicht in manchen Fällen gewünscht werden kann, genau übereinstimmen, so müsste $p = 1064$ Kilogramm gesetzt werden, was dem Gewichte eines Cubik-Fusses Meerwasser mit 60 Wiener Pfund entspricht.

Da man weiters in der practischen Anwendung L , B , l und b in Meter, t und t' aber in Centimeter aufnehmen und vormerken wird, so wird, wenn weiters K in Zoll-Pfund erhalten werden soll, mithin $p = 2128$ gesetzt werden muss:

$$K = 4.256 (t + t') (LB + lb).$$

Bei dem Umstande aber, dass durch die Einführung des Meter-Maasses der Vortheil der grösseren Einfachheit der Formel bei An-

nahme des Fehlers nicht mehr erreicht wird, wird es gewiss auch zweckmässiger erscheinen, der Wahrheit näher zu kommen. Zu diesem Behufe dürfte als Mittelgewicht eines Cubik-Meters Meerwasser $p = 1025 \text{ Kilogramm} = 2050 \text{ Zoll-Pfund}$ angenommen werden, und die Formel nimmt folgende empfehlenswerthe Form an:

$$K = 4.1 (t + t') (LB + lb),$$

wobei, wie bemerkt, L, B, l und b in Meter, t und t' in Centimeter einzuführen sind, und K in Zoll-Pfund gefunden wird.

Literarische Rundschau.

Ueber Hochdruckdampf.

Es gibt keine wichtigere Frage als die Bestimmung des Druckes, bei welchem der Dampf mit grösster Ersparniss angewendet werden kann. Es scheint gegenwärtig allgemein angenommen zu sein, dass, je höher der Druck, desto grösser die Oeconomie. Ist dies richtig, so ist zu wundern, dass man nicht mehr Fortschritte im Gebrauche des Dampfes mit hohem Drucke gemacht hat. Practische Schwierigkeiten, wie die Construction der Kessel u. s. w. können nicht die Ursache davon sein; es ist nicht einzusehen, warum nicht Maschinen gebaut werden könnten, die mit dem Drucke von 21 Kilo auf den Quadrat-Centimeter eben so sicher arbeiten, als solche mit 35 Kilo. Zu höheren Drücken als 21 Kilo können wir allerdings nicht gehen, denn es würde kein Schmiermittel an den Cylindern und Ventilen bleiben.

Die Fragen, um die es sich bei höhern bis zu 21 Kilo ansteigenden Drücken handelt, sind Kohlenersparniss und Kosten für Bau und Erhaltung der Maschine. Durch die Arbeiten von Regnault, Rankine und Fairbairn u. A. sind wir in den Stand gesetzt, diese Fragen zu beantworten. Wir setzen voraus, dass ein guter Kessel allen Dampf liefert, und dass 1 Kilo Kohle eben soviel Hitze in einem Kessel bei 21 Kilo Druck, wie in einem solchen von 1.4 Kilo abgibt.

Wir nehmen ferner an, dass ein Kilo Kohle 10 Kilo Wasser von 0° auf 100 Grad Celsius erhitzen und in Dampf von 100 Grad verwandeln kann, was bei jedem guten Kessel der Fall ist. Dem Arbeitsverluste, der durch Condensation entsteht, kann vorgebeugt werden durch Cylinder-Mäntel oder Ueberhitzung des Dampfes oder Ausdehnung vor der Benützung, so dass der Dampf immer trocken sein kann. Unter diesen Annahmen hat nun Prof. Osborne Reynolds eine Tabelle zusammengestellt für den Kohlenverbrauch zwischen 1.4 und 21 Kilo Dampfdruck bei drei verschiedenen Maschinen, als: 1. Maschinen ohne Condensation, ohne Expansion, Rückdruck 1.05 Kilo pr. 1 Quadrat-Centimeter; 2. Expansion bis zu 0.35 Kilo über Atmosphären-Druck, Rückdruck 1.05 Kilo pr. 1 Quadr.-Cent. 3. Expansion bis 0.7 Kilo unter Atmosphären-Druck; Rückdruck 0.35 Kilo. Aus dieser Zusammenstellung zieht Osborne Reynold folgende Schlüsse. 1. Nicht-Condensations-Maschinen, aber mit einem festgesetzten Füllungsgrad, zeigen nach der Tabelle, dass der Verbrauch von Kohle per Pferdekraft und Minute und 3.15 Kilo Druck pr. 1 Quadr.-Cent. 20 Procente mehr beträgt als bei 7.5 Kilo Druck; dass aber darüber hinaus der Vortheil geringer ist und bei der Steigerung von 7.5 auf 21 Kilo nur 10 Procent beträgt. Dies bestätigt sich bei Locomotiv-Maschinen, welche mit 8.8 Kilo Druck arbeiten; 2. Maschinen, in welchen ein derartiger Füllungsgrad ist, dass der Dampf z. B. bei 0.35 Kilo über Atmosphären-Druck abbläst, in welchem Falle die Expansion von dem Anfangsdrucke abhängt, zeigen 39 Procent Gewinn bei Erhöhung von 3.15 auf 7.0 Kilo Dampfspannung, 29 Procent bei 7 auf 14 Kilo Druck, 15 Procent aber von 7 auf 21 Kilo. Bei diesen Maschinen wird die Ersparniss um so grösser, je grösser der Unterschied zwischen Anfangs- und Enddruck ist. Hierher gehören die gewöhnlichen Mühlenmaschinen u. dgl. Wendet man Condensation an, so kann man bei demselben Drucke mit einem grösseren Expansionsgrade arbeiten. Expandiren wir bis 0.7 Kilo unter Atmosphären-Druck mit einem Anfangsdrucke von 3.15 Kilo, so wird der Kohlenverbrauch im Ganzen um 60 Procent vermindert. Bei 0.98 bis 7 Kilo Druck beträgt die Verminderung des Kohlenverbrauches 40 Proc., und dann langsamer zwischen 7 und 21 Kilo Druck nur 20 Procent.

Die Tabelle ergab aber auch die Unzukömmlichkeit hoher Expansions-Grade. Das Cylinder-Volum wird stets kleiner, wenn der Druck wächst. So ist die Kolbenfläche bei 21 Kilo nur halb so gross als jene

bei 1.4 Kilo in einer Condensations-Maschine. In combinirten Maschinen ist die nöthige Vergrösserung für Hochdruck kleiner als für Niederdruck. Bei 1.4 Kilo hat der Hochdruck-Cylinder die Hälfte Querschnitt des Niederdruck-Cylinders, bei 21 Kilo nur $\frac{1}{12}$.

Mit Rücksicht auf die Stärke der Maschine, resp. deren Dimensionen, liegt das Hinderniss der Anwendung hoher Expansion im vergrösserten Anfangsdruck, der bei der dritten Art ungefähr das Siebenfache beträgt, d. h. eine Maschine von 21 Kilo muss, um dieselbe Arbeit zu leisten, ungefähr siebenmal stärker sein als eine solche von 1.4 Kilo Druck. Hier macht sich der Vortheil combinirter Maschinen geltend. In diesen müsste der Druck von 5.3 Kilo auf 30.7 Kilo pr. 1 Quadrat-Centimeter vergrössert werden, während er bei Maschinen mit zwei Cylindern und gleichem Druck von 4.4 Kilo auf 7.8 Kilo wachsen müsste. Bei 7 Kilo Druck auf den Quadrat-Centimeter kommen wir demnach zurecht mit etwas weniger als der Hälfte Kohle, die wir für 0.98 Kilo Druck benöthigen, bei nur $\frac{2}{3}$ des Cylinderraumes, und vermehren doch nur den grössten Druck auf den Kolben um 10 Procent. Bei 21 Kilo Druck brauchen wir 20 Procente weniger Kohle als bei 7.3 Kilo, $\frac{2}{3}$ des Cylinderraumes, aber die Widerstandsfähigkeit der Maschine muss um 40 Procent grösser sein. Oeconomie ist daher nur möglich durch Vergrösserung des Expansions-Grades und des Dampfdruckes, und zwar so weit, dass bei solchen Maschinen der Dampf bei oder unter Atmosphären-Druck ausströmt, daher etwa der Druck 8.4 bis 9.1 Kilo sein sollte. Bei Maschinen mit Anfachung erzielt man die grösste Oeconomie durch sehr hoch gespannten Dampf bei gleichzeitiger Vermehrung der Expansion. Bei Locomotiven z. B. mit 2.1 Kilo Spannung des anfachenden Dampfes wäre es vortheilhafter 14.0 Kilo Quadr.-Cent. Dampfspannung und vierfache Expansion anzuwenden als 7 Kilo und zweifache Expansion.

(Engineering, 7. Febr. 1873.)

Die statische Berechnung der Brücken-Constructionen von Professor Dr. Heinzerling.

Seit Navier die Grundzüge der Biegungstheorie und deren practische Anwendung in seiner Mechanik der Baukunst gegeben, sind auf demselben Wege mit grossem Erfolge deutsche Schriftsteller gefolgt, theils eine exacte Lösung der Theorie der inneren Kräfte anstrebbend, welche de Saint Venant zuerst versucht, wie in den Elasticitätslehren von Clebsch, Grashof und Winkler, theils mit Hilfe der Näherungstheorie eine Lösung der für die Praxis wichtigsten Aufgaben gebend, wofür wir eine sehr grosse Zahl von Abhandlungen besitzen, unter denen das allbekannte Werk von Laisle und Schübler, die graphische Behandlung durch Culmann und Mohr, und das in neuester Zeit erschienene, durch meisterhafte Behandlung des continuirlichen Trägers sich auszeichnende Werk von Winkler. (Der erste Theil behandelt die „äusseren Kräfte“, der zweite noch fehlende Theil enthält die „inneren Kräfte“.)

Obwohl nun, mit Ausnahme gewisser Capitel der Elasticitätslehre, beinahe alles geleistet ist, was die Praxis benöthigt, da man sich vernünftiger Weise noch immer der einfachsten Systeme bedienen wird, deren Functionen man genau kennt, so ist es doch noch ein dankbares Unternehmen, auf möglichst klare und einfache Weise diese Disciplinen zu behandeln, um denselben möglichst grosse Verbreitung zu sichern.

Professor Heinzerling hat als Fortsetzung seiner im XIV. und XVII. Bande enthaltenen Aufsätze die äusseren und inneren Kräfte einfacher Balken und Gitterträger auf elementarem Wege gegeben.

In den ersten Capiteln sind die Angriffs-Momente und Transversalkräfte für Einzellasten und vertheilte Belastung entwickelt; hierbei hat der Verfasser gleich specielle Formeln für die Anwendung auf Gitterbrücken entwickelt, indem äquidistante centrirt Lasten, der Belastung der Knotenpunkte entsprechend, angenommen wurden, wodurch die Relationen eine neue Form erhalten. Zu den Relationen 19. u. 20. müssen wir, um Missverständnissen vorzubeugen, bemerken, dass diesen Momenten die Beanspruchung der Gitterstäbe proportional ist, daher von einer einseitigen Belastung die Rede sein kann. Die Maximal-Momente für die Beanspruchung der Gurte sind stets totale Belastungen mit den schwersten Lasten über den betreffenden Querschnitt. Für das Maximum der Momente ist der zuerst von Winkler aufgestellte Satz, dass die Belastungen pro Längeneinheit zu beiden Seiten der

über dem fraglichen Querschnitte liegenden Last gleich gross sein müssen, gegeben. Auch ist einer Reduction von Einzellasten auf vertheilte Belastung erwähnt; wir glauben, dass bei der Wichtigkeit dieser Untersuchung für den Balken eine ausführlichere Behandlung angezeigt gewesen wäre. Auf den grossen Unterschied, der in diesem Falle zwischen den Momenten und Transversalkräften derselben Belastung, reducirt auf eine gleichmässige vertheilte Last besteht, ist gar nicht hingewiesen. Im übrigen sind die Formeln 5, 11, 19, 20, 78, 79 für die Anwendung auf Gitterträger sehr bequem. In den Capiteln über Widerstandsmomente und scheerende Kräfte ist das gerade Nothwendige gegeben. Wäre die Behandlung weniger elementar gehalten, so hätten wir lebhaft gewünscht, die Sätze über die Central-Ellipse und die Lage der neutralen Achse, wenigstens für Transversalkräfte, bei der sogenannten schiefen Biegung, aufgenommen zu sehen, da dieselben noch viel zu wenig bekannt sind. Die Näherungsformeln der Trägheitsmomente dünnwandiger Körper sind bei Berechnung der Dimensionen weder benutzt noch erwähnt; wir glauben mit Unrecht, da die Genauigkeit dieser weitaus einfacheren Relation vollkommen hinreichend ist. Zufälliger Weise ist in demselben Hefte eine sehr schöne Ableitung hierfür vom Professor Kargl gegeben, auf welche wir noch zurückkommen. Mit Hilfe der entwickelten Relationen ist die Bestimmung der Dimensionen von Holz-, Eisen- und Steinbalken in ihrem gewöhnlichen Vorkommen, als Haupt- und Zwischen-Constructiontheile, in sehr fasslicher Weise gezeigt.

Von den Gitterbrücken behandelt der Verfasser das einfache und mehrtheilige Fachwerk und das sogenannte Dreieck-System mit Hilfe der bekannten Momenten-Gleichungen, doch sind diese Entwicklungen weit allgemeiner gehalten, als dies in dem bekannten Ritter'schen Werke der Fall ist. — Allerdings bleibt noch Manches zu behandeln, so alle combinirten Systeme, die Parabel und Schwedlerischen Träger, welche schon etwas umständlichere Lösungen erfordern. Wir wünschen deshalb eine Fortsetzung der Arbeit des Herrn Verfassers umsomehr, als gerade die letzteren Capiteln sich nicht zu vieler Autoren erfreuen. (Civil-Ingenieur, XVIII. Bd., Hft. 6, 7, 8.)

Näherungswerthe für Trägheits-Momente von Querschnitten dünnwandiger Träger. Von Prof. Kargl.

Einen recht interessanten Satz des Trägheits-Momentes dünnwandiger Träger theilt Professor Kargl mit, und zwar „das Trägheits-Moment einer Figur, deren Wandstärken gegen die Dimensionen derselben sehr klein sind, ist das Differential des Trägheits-Momentes der vollen Fläche, bezogen auf dieselbe Achse“, ein Satz, der so einfach ist, dass man sich wundern muss, denselben erst jetzt zu vernehmen. Die Näherungsformeln ergeben sich hienach a) für einen dünnwandigen rechteckigen Querschnitt, wenn b , h , die Breite, Höhe und e_1 , e_2 die Wandstärken, also bezüglich $\frac{1}{2} db$ und $\frac{1}{2} dh$, so ergibt sich, da das Trägheits-Moment der vollen Fläche $\frac{1}{12} b h^3$ ist, das Trägheits-Moment des dünnwandigen Querschnittes zu $J = \frac{1}{12} d \cdot (b h^3) = \frac{h^2}{6} (5 b e_2 + h e_1)$. Ist $e_1 = db$, so erhält man das Trägheits-Moment des vielfach angewandten doppel T förmigen Trägers, nämlich

$$J = \frac{h^2}{12} (6 b e_2 + h e_1),$$

eine Relation, die übrigens auf vielfache Art abgeleitet werden kann und welche schon von Laisle und Schübler in die Praxis eingeführt wurde. Für den kreisförmigen Ring ergibt sich $J = \frac{\pi}{4} \cdot d \cdot r^4$, und da $dr = e$ der Dicke des Ringes ist $J = \pi r^3 e$.

(Civil-Ingenieur, XVIII. Bd., Hft. 7 u. 8.)

Ellicott Holms und F. B. Taylor's Bremse für Pferdewagen bezweckt die während des Bremsens sich ansammelnde mechanische Leistung zu der darauffolgenden Inangasetzung auszunützen.

Zu diesem Behufe befinden sich an jeder Laufachse nahe an der Mitte zwei lose conische Räder, welche in ähnliche auf einer nach der Längsachse gerichteten und zwischen den Laufachsen befindlichen Welle feststehenden Winkelräder eingreifen. Die Winkelräder an den Laufachsen werden durch krenzrohrartige Stücke auseinander gehalten, wo-

bei stets ein Stutzen zugleich das Lager für die erwähnte Welle bildet. Um letztere ist eine (oder sind zwei, eventuell auch mehr) Spiralfedern gewunden, die auf die letzterwähnten Winkelräder einwirken. Jedes Winkelrad auf der Laufachse hat eine Klauenkupplung, welche in auf den Achsen feststehende Mitnehmer aus- und eingerückt werden kann. Im normalen Zustande sind die Winkelräder ausser Eingriff und der Apparat ist ausser Thätigkeit, da die Feder ungespannt bleibt. Wenn nun die Klauen eingerückt werden, so dreht sich die Zwischenwelle mit ihren Rädern, die Feder wird zu- oder aufgedreht (je nach dem Getriebe, in welches eingegriffen wird), bis ihre Spannung das Moment des Wagens überwindet oder die Räder auf den Schienen gleiten. Hierauf rückt der Conducteur nach der entgegengesetzten Seite ein und verhindert dadurch das Zurückweichen des Wagens.

Holms und Taylor bewirken die Ausrückung folgendermassen: unter dem Wagenkasten befinden sich in passender Lagerung zwei Wellen, welche mit Hilfe kleiner Ausrückgabeln in die Hülse der vier Kupplungsmuffen auf den Laufachsen eingreifen, und ihrerseits mittelst Hebel und Kurbel-Mechanismus durch eine, eventuell auch zwei verticale Wellen an den Führer-Plateaux gedreht werden können.

Zur Bewegung dient ein Handgriff oder ein Griffrad, welches festzustellen ist. In dem Falle, als zwei (vorne und hinten) verticale Handwellen zur Anwendung kommen, sind diese noch durch eine endlose Kette mit einander verbunden. (Engineering, 14. März 1873.)

Prall's Wasserheb-Apparat.

Die Locomotiven, die mit einer Westinghouse'schen Bremse versehen sind, enthalten bekanntlich ein Reservoir für comprimirt Luft. Letztere wird nun dazu benützt, um Wasser aus einem zur Seite des Schienenstranges befindlichen Brunnen in die Tender-Wasserkästen zu heben, wobei die Hubhöhe begreiflicher Weise vom Luftdrucke abhängig ist. An der Sohle oder nahe derselben ist auf irgend eine Art ein geschlossener Behälter angebracht, der mit einem sich einwärts öffnenden Bodenventile und zwei Röhren versehen ist, von denen die eine, für das Wasser bestimmt, nahe bis an den Boden, die andere, die Luftzuleitungsröhre, nur bis unter die obere Fläche des Behälters reicht. Letztere hat an ihrem oberen Ende einen Arm, welcher mittelst biegsamer Röhren und eines eigenen Verbindungsstückes mit der Röhre in Verbindung gesetzt wird, die zum Luft-Reservoir der Maschine führt. Mittelst eines Hahnes kann der Locomotiv-Führer leicht comprimirt Luft in die Röhre einlassen, die auf die Oberfläche des Wassers im Behälter drückt und das Wasser durch das Wasserrohr in den Tenderkasten einströmen macht. Schliesst man den Hahn und nimmt das Verbindungsstück fort, so hört der Luftdruck im Brunnenbehälter auf und das Bodenventil desselben öffnet sich. Das Verbindungsstück ist dasselbe, dessen sich Westinghouse zur Verbindung der Luftrohren seiner Bremse zwischen den Wagen bedient und welches aus zwei Mundstücken besteht, die blos durch Federn mit einander verbunden sind, die an dem einen Ende festsitzen und am andern in Aushöhlungen einspringen. Der luftlichte Verschluss wird durch einen Kautschukring bewerkstelligt, der in einer Vertiefung an dem conischen Zusammenstoss liegt. Der Luftdruck im Reservoir der Bremse ist gewöhnlich 4—5 Kilo auf den Quadrat-Centimeter, folglich im Brunnenbehälter, da dieser viel grösser ist, geringer. Das Wasser kann bis auf eine Höhe von 12 Meter gehoben werden. Es kann wünschenswerth erscheinen, auch solche Locomotive, die die Westinghouse'sche Bremse nicht haben, mit einem Reservoir und der Dampf-pumpe für comprimirt Luft zu versehen, entweder dort, wo die Anbringung von Wasserstationen sich nicht verzinst oder in sehr kalten Klimaten, wo die gewöhnlichen Pumpwerke sehr durch Frost leiden. (Engineering, 14. März 1873.)

Kessel-Explosionen in England.

Im Jahre 1872 fanden 74 Kessel-Explosionen (gegen 66 im Jahre 1871) statt, wodurch 50 Personen (66 im Jahre 1871) getödtet und 137 (113 im Jahre 1871) verwundet wurden. Es befanden sich unter den Todten: 2 Eigenthümer oder Leiter der Werke, 22 Maschinenführer, Wärter, u. s. w., 18 bei den Werken Beschäftigte, 8 Passanten, hauptsächlich Kinder; unter den Verwundeten: 7 Eigenthümer, 17 Maschinenwärter, 85 in den Fabriken Beschäftigte, 28 Passanten. Die Explosionen ereigneten sich in: Minen- oder Kohlengruben 13 Mal (2 Todte, 24 Verwundete), in 12 Eisenwerken (4 T., 20 V.), in 10 che-

mischen und Düngerfabriken (12 T., 26 V.), in 8 Spinnfabriken (7 T., 6 V.), in 7 Marine-Etablissements (10 T., 7 V.), in 5 Farmen oder Mühlen (8 T., 6 V.), auf Eisenbahnen 5 Mal (4 T., 3 V.), bei Bauten 4 Mal (4 T., 13 V.), bei Papiermühlen 3 Mal (2 T., 5 V.), bei Ziegelwerken 3 Mal (2 T., 13 V.), bei Heizhäusern 2 Mal (1 V.), nicht angegeben 2 Mal (13 V.).

Ursachen waren: 1. Fehler der Construction, die man durch Revision hätte finden können, und zwar zu schwache Röhren 7 Mal; zu schwache Mannlochdeckel 5 Mal, Risse an den Vernietungen 4 Mal, fehlerhaftes Materiale oder mangelhafte Arbeit 3 Mal. — 2. Fehler, die nur durch die Untersuchung gefunden wurden: Aeusserer Corrosion 5 Mal, innere Corrosion 14 Mal. — 3. Fehler, die durch aufmerksame Wärter zu entdecken sind: 12 Mal zu hoher Druck, 6 Mal fehlerhafte Dampfrohre oder Sicherheits-Ventile, 5 Mal zu geringer Wasserstand, 4 Mal Anhäufung von Kesselstein, 3 Mal unvorsichtiges Oeffnen der Mannlöcher, 6 Mal Ursachen unbekannt.

(Engineering, 28. Febr. 1873.)

Schmalspurige Bahnen. (Aus Capitän Tyler's Bericht.)

Es ist ein Uebelstand, dass in den australischen Colonien drei Spurweiten bestehen, eine von 1.067 Meter ($3\frac{1}{2}$ engl.) in Queensland, von 1.435 Met. ($4\frac{1}{2}$ engl.) in Neu-Süd-Wales, und von 1.57 ($5\frac{1}{4}$ engl.) in Victoria und Süd-Australien. Was die Sicherheit betrifft, so ist bei Bahnen mit geringem Verkehre die Spurweite ohne Wichtigkeit; der Schwerpunkt der Maschinen, Wagen u. s. w. ist tiefer zu legen, wenn die Spurweite vermindert wird. Die Schnelligkeit soll, je nach der Spurweite, vermindert werden, z. B. die Maximalschnelligkeit von 97.5 Kilom. pr. Stunde bei einer Spurweite von 1.525 Met. ($5\frac{1}{4}$ engl.) würde einem Maximum von 58.5 Kilom. per Stunde für eine Spurweite von 0.915 Met. ($3'$ engl.) entsprechen. Der Raddurchmesser ist zu reduciren im Verhältnisse als Spurweite, Schwerpunkte, Höhe und Schnelligkeit vermindert werden. Ist der Verkehr aber sehr stark, so ist es vortheilhafter die Länge oder die Zahl der Trains durch eine weitere Spur herabzusetzen. Ob eine breitere oder eine schmale Spur beim Betriebe billiger ist, hängt theils von den Curven und Steigungen, theils von der Grösse und Art des Verkehrs, theils von den Eigenthümlichkeiten des Landes ab. Schwere Trains und volle Ladungen können öconomischer betrieben werden, als umgekehrt, und die Erhaltungskosten nehmen nicht mit der Spurweite im Allgemeinen ab, sondern in dem Verhältnisse, als Schienen, Schwellen und Unterbau geeignet sind, die darüber laufenden Lasten ohne Beschädigung zu tragen. Nur zu häufig wurden unrechte Spurweiten an unrichten Stellen angewendet.

Wo grosse Quantitäten voluminöser, spec. leichter Frachten zu führen sind, ist eine grössere Spurweite vortheilhaft; wo leichter Frachtenverkehr ist, kann, während Oeconomie im Baue durch Anwendung scharfer Curven und Vermeidung kostspieliger Werke, wie Tunnel, Einschnitte, Dämme, Brücken, erzielt wird, eine schmale Spur vorgezogen werden.

Die Verschiedenheit der Spurweite führte zur Anwendung der „Compromise-Räder“ mit breiteren Felgen in Ländern, wo der Unterschied der Spurweite verschiedener Bahnen sehr klein war. Die Hauptlinie von Canada, welche eine Länge von 2238 Kilometer hat, versuchte, um die Auslagen für die Verkleinerung der Spurweite behufs des Anschlusses an die nordamerikanischen Bahnen zu vermeiden, eine andere Methode. Sie brachte Wagen mit veränderlicher Spurweite in Anwendung. Die Einrichtung, um die Räder beliebig auf den Achsen festzustellen, war eine einfache. Die Schwierigkeit lag nur darin, auch bei schlechtem Wetter der Bedienungsmannschaft sicher zu sein. Gegenwärtig hat man aber vorgeschlagen, die Räder an den Achsen zu befestigen und sich der auf den nordamerikanischen Bahnen gebräuchlichen Mittel zu bedienen. Da das ganze amerikanische Fahr-Betriebsmateriale auf dem Principe der Druckgestelle basirt, so darf man bloss die Wagenkasten heben, um unter ihnen die Druckgestelle mit breiter gegen jene mit schmaler Spurweite auszuwechseln oder umgekehrt. Dies geschieht gegenwärtig in Buffalo, und auf der grossen canadischen Linie trifft man ähnliche Vorkehrungen mit einem Kostenaufwande von 20.000 fl. für jede Wechselstation. In Canada treffen drei verschiedene Spurweiten in der Station Toronto zusammen, und man hat hier die beste Gelegenheit, Beobachtungen und Vergleiche anzustellen. Diese führten zu den Bemerkungen, dass die Unzukömmlichkeiten, die aus

den Veränderungen der Spurweiten sich ergaben, unbedeutend sind bei geringem Verkehre, aber mit zunehmendem Verkehre unverhältnissmässig wachsen, und dass solche Unterbrechungen nur zu rechtfertigen sind in den Fällen, dass neue Gegenden zu erschliessen sind, die Geldmittel nicht hinreichen und der Verkehr ein beschränkter ist. Der Wagenwechsel oder Spurweitenwechsel ist bei Personen- und Vieh- oder Kohlen-Transporten von langer Dauer weder kostspielig, noch bei bestehenden Erleichterungen unbequem; andere Waaren leiden aber durch die Umladung. Allgemeine Regeln über Spuränderung und deren Nachtheile sind nicht zu geben. Alles hängt von der Gegend und vom Einzelfalle ab. (Engineering, 14. Februar 1873.)

Locomotive für den hauptstädtischen Verkehr. (London.)

Diese Maschinen sind von Mr. Stroudley von der London Brighton-Bahn für den Verkehr von London mit dem Süden gebaut und sind — von ihren Führern werden sie nicht unpassend „Dachshunde“ genannt — gänzlich entgegengesetzt jenen, wie sie nach hergebrachten Ansichten für den hauptstädtischen Verkehr sein sollten. Mr. Fowler's grosse Maschinen auf der Metropolitan-Eisenbahn wogen 43 Tons; im J. 1869 zeigte Mr. Armstrong, dass der Betrieb auch in gleicher Weise mit Maschinen möglich sei, die 9 Tons weniger wiegen; Mr. Stroudley geht noch weiter und führt fast eben so schwere Trains mit Maschinen von nur 25 Tons Gewicht bei voller Ladung. Mr. Stroudley's Maschinen laufen mit ungefähr 5.9 Kilo Kohle pr. Kilometer — halb Derby- und halb Welsh-Kohle —, jene der Metropolitan-Bahn bis 8.4 Kilo der besten Welsh-Kohle. Die Totallast auf der Metropolitan-Bahn — 5 Waggon zu je 16 Tons mit der 43 Tons schweren Maschine — beträgt 123 Tons; auf dem Gebiete der Metropole besteht die Last aus 8 Wagen mit 70, inclusive Maschine 113 Tons. Armstrong's Maschinen wiegen 33 Tons und ziehen 8 Waggon mit 50 Tons Gewicht, sonach im Ganzen ungefähr 83 Tons. Mr. Stroudley's kleine Maschinen ziehen im Durchschnitte 9 Waggon von ungefähr 60 Tons Gewicht; das Gesamtgewicht macht sonach 85 Tons. Die Metropolitan-Trains, wenn ganz besetzt, fahren 350, Armstrong's 280, Mr. Stroudley's leichte Wagen 400 Personen; auf der Metropolitan-Bahn kommen daher 2.84 Personen auf die Tonne todtten Gewichtes, bei den Fahrzeugen von Stroudley 4.7. Bei letzterem sind die Personenwagen von eigenthümlichem Baue und grosser Leichtigkeit, ohne an Raum und Festigkeit einzubüssen. Hier folgen die vornehmsten Dimensionen derselben:

		I. Classe	II. Classe	III. Classe
Länge des Wagenkastens . . .	Meter	7.93	7.93	7.93
Rad-Distanz	"	4.57	4.57	4.57
Breite des Wagenkastens . . .	"	2.44	2.44	2.44
Anzahl der Coupé's	"	4 } 32	5 } 50	5 } 50
Anzahl der Sitze darin	"	8 } 32	10 } 50	10 } 50
Höhe an den Seiten	"	1.88	1.88	1.88
Höhe in der Mitte	"	2.11	2.11	2.11
Fensterhöhe	"	0.88	0.88	0.69
Fensterbreite	"	0.39	0.39	0.86
Länge der Coupé's	"	1.93	1.51	1.51
Höhe der Sitze	"	0.45	0.45	0.45
Breite der Sitze	"	0.66	0.61	0.45
Gewicht der Wagen	Kilo	7010	6858	6350

Bei Mr. Stroudley's Maschinen ist das Maximum der Zugkraft bei einem Drucke von 1 Kilo auf den Centimeter des Kolbens 453 Kilo. Bei dem gebräuchlichen Cylinder-Drucke von 9.4 Kilo auf den Centimeter ist die totale Zugkraft 4260 Kilo, circa $5\frac{1}{3}$ Tons. Die Belastung der Treibräder ist 25.424 Kilo oder nahe das Zehnfache der Zugkraft. Dividirt man die Zugkraft durch das Totalgewicht, so ergeben Stroudley's Maschinen eine Zugkraft von 50 Kilo per Tonne oder 6.4 Kilo per Tonne mehr als bei den Fowler'schen Maschinen.

Ein Haupteinwand, den man gegen Stroudley's Maschinen erheben kann, ist der geringe Raddurchmesser. Aber das Maximum der Schnelligkeit ist nur 48.75 Kilom. per Stunde, und die Anzahl der Umdrehungen ist eben so gross als jene bei einem Raddurchmesser von 1.83 Meter und einer Schnelligkeit von 73 Kilom. Die Tyres wer-

den zwar rascher abgenützt als bei grösseren Rädern, kosten aber auch weniger. Durch Annahme der kleineren Räder konnte Stroudley auch die Grösse der Cylinder herabmindern und die Maschine ohne Einbusse an Zugkraft leichter machen. Die Belastung jedes Rades ist nur etwas über 4 Tounen, so dass hiedurch die Erhaltung der Bahn wesentlich gefördert wird.

(The Engineer, 28. Februar 1873.)

Pasteur's submarine Lampe.

Da die atmosphärische comprimirt Luft unter der Taucherglocke nur theilweise verschlechtert ist, so kann sie das Licht einer gewöhnlichen Petroleum-Lampe nähren. Pasteur schraubte an der Oeffnung des Helmes, durch welche die verbrauchte Luft in das Wasser entweicht, ein Kautschukrohr an von 2 Cent. Durchmesser und 1-22 Meter Länge, an welcher die wasserdichte Lampe befestigt war. Die Wand, an welcher die Luft eintrat, war so getheilt, dass die Flammen nicht ausgeblasen und dass die Luft so viel wie möglich unter und um die Flamme vertheilt werden konnte. Die kleine Ventilspindel an der Glocke, durch welche der Eintritt des Wassers abgesperrt wird, war weggenommen und an die Spitze der Lampe versetzt. Hinter dem Lichte befand sich ein parabolischer Spiegel, vor demselben ein Convexglas. Mit dieser Lampe konnte unter Wasser kleine Schrift gelesen werden, und weder Kohlensäure noch Wasserdampf hatten Einfluss auf deren Leuchtkraft.

(The Engineer, 14. März 1873.)

Schwungräder.

Der Zweck des Schwungrades ist bekanntlich den Ausgleich der Bewegungen eines ganzen Systems einer Maschine herzustellen, wobei dasselbe als Reservoir für die Kraft dient.

Um den Zuwachs an lebendiger Kraft in einem rotirenden Körper zu bestimmen, muss man den Mittelpunkt der Trägheit oder jenen Punkt suchen, in welchem man die ganze Masse concentrirt sich denken kann, wenn die Schnelligkeit dieses Punktes derartig ist, als wäre die ganze Arbeit hier vereinigt.

Im Falle eines kreisförmig rotirenden Körpers von gleicher Dicke findet man das Trägheits-Moment unter der Annahme, dass er aus einer Reihe concentrirter Ringe von gleicher Dicke besteht. Sei n die Anzahl der Umdrehungen per Secunde, x die Entfernung eines Ringes, dessen Breite $= dx$ von dem Mittelpunkte; daher $2\pi nx$ die Schnelligkeit per Secunde eines Punktes in diesem Ringe. Da nun die lebendige

Kraft eines sich bewegenden Körpers $= \frac{Wv^2}{2g}$, worin W das Gewicht in

Pfunden, v die Schnelligkeit in Fuss per Secunde und $g = 32.2$ ist, so findet man für die ganze angesammelte Arbeit in dem Körper

$$\frac{(2\pi)^3 n^2}{2g} \int x^3 dx;$$

Sei der Radius der Drehung r , so ist auch:

$$\frac{(2\pi)^3 n^2}{2g} \int x^3 dx = \frac{(2\pi)^3 (rn)^2}{2g} \int x dx,$$

oder

$$\frac{(2\pi)^3 (rn)^3}{2g} \frac{x^2}{2} = \frac{(2\pi)^3}{2} n^2 \frac{x^4}{4} \dots \dots (1),$$

$$\text{d. i. } \frac{x^4}{4} = \frac{r^2 x^2}{2} \text{ und } \frac{x^2}{2} = r^2, \text{ daher } r = \frac{x}{\sqrt{2}},$$

und wenn $x = R$ oder der Radius des Rades ist, so ist $r = \frac{R}{\sqrt{2}} =$

$= 0.707 R$, d. i. der Mittelpunkt der Trägheit ist vom Drehungsmittelpunkte 0.707 Radius entfernt. Für den Fall eines Schwungrades mit schwerem Kranze und leichten Speichen wird die Integration innerhalb der Grenzen von x vorgenommen und man erhält dann für den Halbmesser des Trägheits-Mittelpunktes $\sqrt{\frac{R^2 + R_1^2}{2}}$, wo R der äussere, R_1

der innere Radius des Rades ist, da in Gleichung (1) x^2 in $R^2 - R_1^2$ und x^4 in $R^4 - R_1^4$ übergeht.

Es sei in einem Beispiele $R = 10'$ $R_1 = 9'$ der Schwungradkranz $6''$ breit, so ist bei 20 Umdrehungen in der Minute der Radius

$$\sqrt{\frac{10^2 + 9^2}{2}} = 9.51'. \text{ Die lebendige Kraft des Rades ist daher } 83.060$$

$$\text{Fusspfund nach der Formel } \frac{Wv^2}{2g} = \frac{13,372.8 \times 400}{2 \times 32.2} = 83.060 \text{ (Fusspfund.)}$$

Um die Kraft zu finden, mit welcher das Schwungrad der Zerreiessung Widerstand leistet, ist seine Centrifugalkraft zu berechnen nach der Formel $\frac{W \times 4\pi^2 \times r \times T^2}{g}$, worin W das Gewicht, r der

Radius, T die Anzahl der Umdrehungen per Secunde bedeutet. Der Zug an einer Speiche ist daher (ein Rad mit 6 Speichen angenommen)

$$\frac{2228.8 \times 4 \times 9.86 \times 9.51 \left(\frac{20}{60}\right)^2}{32.3} = 2884 \text{ Pfund, wobei } 2228.8 \text{ Pfund}$$

das Gewicht des sechsten Theiles des Radkranzes, und 9.51 der oben gefundene Radius der reducirten Trägheit ist.

Oder man könnte auch die Kraft berechnen, die auf den Radkranz selbst wirkt, indem man die nach Aussen wirkenden Kräfte jede in ihre rechtwinkeligen Componenten zerlegt und dann die in gleicher Richtung wirkenden Componenten der einen Radhälfte summirt. Unter der Annahme eines Rades mit 6 Speichen wären diese rechtwinkeligen Componenten der nach der Richtung der Speichen wirkenden Kräfte

$$\text{in einer Radhälfte} = \sin 30^\circ + r + \sin 30^\circ, \text{ oder } \frac{1}{2} + 1 + \frac{1}{2} = 2.$$

Das oben gefundene: 2884 Pfund $= 1$ gesetzt, erhält man sonach $2 \times 2884 = 5768$ Pfund, welcher Kraft die Zähigkeit des Materiales in den Theilen des Radkranzes widerstehen muss.

(The Engineer, 14. März 1873.)

Eisenbahnwagen.

Die fünfundzwanzig grössten Eisenbahn-Gesellschaften Englands besitzen 27.635 Wagen, daher 1100 jede im Durchschnitte; darunter am wenigsten (88) die Taff-Vale-Bahn, am meisten (3959) die London- und North-Western-Bahn. Die Durchschnittskosten für Dienst und Reparaturen per Personenwagen sind circa 130 fl. Silber für das Halbjahr. Die beiden Extreme sind die District- mit 71.3 fl. und die Metropolitan-Bahn mit 260.3 fl., von denen erstere allerdings erst sechs Monate im Betriebe steht. Die Linien nördlich von London überschreiten das Mittel, jene südlich davon, mit Ausnahme der Chatham, blieben weit unter demselben. Die Kosten per Bahnmeile variiren gleichfalls. Das grosse Mittel ist 2.03 d. per Meile (5.2 Kreuzer pr. Kilom.); die Extreme sind 0.69 d. (1.8 kr. pr. Kilom.) auf der District- und 4.25 d. (20 kr. pr. Kilom.) auf der Taff-Vale-Bahn. Von den grösseren Gesellschaften haben die London-, Chatham- und Dover-Bahn die grössten, die Manchester-, Sheffield- und Lincolnshire-Bahn die geringsten Einnahmen pr. Meile. — Die Diensttauglichkeit der Personenwagen auf jeder Linie ist durchschnittlich $8\frac{3}{4}$ Jahre, daher etwas weniger als jene der Locomotive (für diese $9\frac{1}{4}$ Jahre). Güterwagen dauern $14\frac{3}{4}$ Jahre. Sind auch die Kosten für Betrieb und Unterhaltung für das einzelne Stück bei den Lastwagen geringer als bei Personenwagen, so sind doch die Zugskosten im Ganzen pr. durchlaufene Meile um 50 Proc. höher. Angenommen, 8 Personenwagen bilden durchschnittlich einen Personen- und 30 Wagen einen Güterzug, so würden die relativen Kosten für Betrieb und Unterhaltung bei ersteren 0.254 d. pr. Meile und Wagen (0.7 kr. pr. Kilom.), bei letztern 0.105 d. (0.27 kr. pr. Kilometer) betragen.

Im Verhältnisse zu den Anschaffungskosten läuft daher der Frachtwagen theurer als der Personenwagen; letzterer ist ausserdem mehr in Anspruch genommen als ersterer. Es ergibt sich nämlich aus der halbjährigen Uebersicht:

	Zahl	Züge	Bahnmeilen	durchlaufene Meilen per Wagen
Personenwagen	27.635	3.454	42,310.366	12.250
Güterwagen	254.695	8.490	42,893.974	5.052

Die Durchschnittskosten für Betrieb und Unterhaltung sind 22 fl. Silber halbjährig für den Lastwagen. Die Extreme sind 31.1 fl. Silber (Midland-Great-Western of Ireland) und 8.2 fl. (Brighton-Company). Die durchschnittlichen Förderungskosten pr. Meile sind 13 kr. (8 kr. pr. Kilom.) 50 Procente höher als bei Personenwagen. Die geringsten Kosten verursachten Midland: 7.4 kr. (4.5 kr. pr. Kilom.); die höchsten North-Eastern: 24 kr. (14.7 pr. Kilom.). Diese hohe Ziffer rührt von der grossen Zahl der kleinen „Chaltrou“-Wagen her, welche in diesem Halbjahre abgeschafft und durch bessere ersetzt wurden.

Die Unterhaltung der Personen- und Güterwagen zusammen ab-

sorbt ungefähr 8 Procente der Gesamtbetriebskosten. Das Materiale kostet ungefähr 58 Procente der Brutto-Ausgaben; die Materialkosten der Lastwagen verhalten sich zu jenen der Personewagen wie 61:54. Die Netto-Kosten der Reparaturen und Nachschaffungen machen durchschnittlich 4.18 Procente der Einnahmen aus den Frachten. Die Extreme sind: District mit 1.45 Procent und North-Eastern mit 6.33 Procenten.

(The Engineer, 28. März 1873.)

Verhandlungen des Vereins. Sitzungsberichte.

Protocoll

der Monat-Versammlung am 3. Mai 1873.

Vorsitzender: Der Vereins-Vorsteher W. Ritter v. Engerth.

Anwesend: 176 Mitglieder.

Schriftführer: Der Vereins-Secretär E. Leonhardt.

1. Der Vorsitzende constatirt die Anwesenheit der beschlussfähigen Anzahl Mitglieder und eröffnet eine Monat-Versammlung.

2. Das Protocoll der Monat-Versammlung vom 5. April 1. J. wird verlesen, genehmigt und unterzeichnet.

3. Der Geschäftsbericht für die Zeit vom 6. April bis 3. Mai 1. J. wird verlesen.

Als wirkliche Mitglieder sind aufgenommen worden die Herren: Beyerl Jakob, Ingenieur der priv. Kaiser Franz-Josef-Bahn, Wien. — Diethelm Carl, Maschinen-Ingenieur, Wien. — Grün Ign., Ingenieur, Wien. — Klötzer Ludwig Carl, Ingenieur-Assistent der priv. Kaiser Franz Josefs-Bahn, Wien. — Knauer Franz, Bau-Inspector der Handels-Gesellschaft für den allgemeinen Realitäten-Verkehr, Wien. — Liebermann M., Ingenieur, Adlerkostelez. — Stanek Josef, Ingenieur und Bau-Unternehmer, Adlerkostelez. — Wey Jost, Ingenieur der Bau-Unternehmung Gabrielli, Ternitz. — Wiese Friedrich, k. k. landesbef. Cassen-Fabrikant, Wien. — Zemann J., Docent am polytechn. Institute in Prag.

4. Der Herr Vorsitzende theilt dem Plenum mit, dass mit heute die diesjährige Wintersaison ihren Abschluss findet. Um jedoch mit Rücksicht auf die Ausstellung den Verkehr unter den Mitgliedern und den auswärtigen Fachgenossen aufrecht zu erhalten, habe der Verwaltungsrath beschlossen, jeden Donnerstag eine Zusammenkunft im Vereins-Local abzuhalten. Eine diesbezügliche Bekanntmachung soll in den Tagesblättern veröffentlicht werden.

5. Der Vorsitzende macht ferner Mittheilung über die Seitens der Société Centrale des Architectes in Paris mit dem Vereine angeknüpften freundschaftlichen Beziehungen, auf welche der Verwaltungsrath mit Vergütungen eingegangen ist, und bringt zur Kenntniss der Versammlung, dass wir gegenüber der Institution of Civil-Engineers in London selbst die Initiative ergriffen und Seitens des Londoner Vereines das freundlichste Entgegenkommen gefunden haben.

6. Den Herren Charles Lucas in Paris, Sr. Excellenz dem Baron Schwarz-Senborn, dem Herrn Ernest Pontzen wird für die der Vereins-Bibliothek gewidmeten Geschenke der Dank des Vereines ausgesprochen.

7. Der Herr Vorsitzende verliest ferner das in der „Neuen freien Presse“ am 7. März veröffentlichte Stellengesuch, welches etwaige Offerte an den österr. Ingenieur- und Architekten-Verein erbittet, ohne dass vorher die Genehmigung des Vereines hierzu eingeholt worden sei. Der Vorsitzende theilt mit, dass der Verwaltungsrath dem betreffenden Mitglied sein Bedauern über dieses incorrecte Vorgehen habe ausdrücken lassen, und gibt der Erwartung Raum, dass in Folge der heutigen Besprechung dieser Angelegenheit derartigen Vorkommnissen für die Zukunft vorgebeugt sein werde.

8. Hierauf spricht Herr Professor Dr. E. Winkler über die Wiener Tunnel-Bahn, Project Springer & Aub, und Herr Inspector P. Fink über die Relation zwischen den Betriebskosten und den Tarifen der Eisenbahnen, womit die diesjährige Wintersaison geschlossen wurde.

Die Vorträge der beiden genannten Herren werden demnächst wieder gegeben werden.

In der Wochenversammlung vom 19. April, in welcher der Vereinsvorsteher-Stellvertreter, Ober-Baurath Friedrich Schmidt, den Vor-

sitz führte, sprach Ingenieur W. Brückner über Ventilation, mit besonderer Berücksichtigung der Anlage im Wiener Stadttheater, und Ober-Ingenieur C. Mihatsch über Reise-Erfahrungen aus England, und zwar: 1. Ueber die Dock-Bauten in Chatam; 2. über die Wasserleitung der Stadt Manchester.

Die Wochen-Versammlung vom 26. April, in welcher der Vereinsvorsteher-Stellvertreter Friedrich Schmidt auch den Vorsitz führte, wurde mit folgenden zwei Vorträgen ausgefüllt:

Inspector V. Eggenberg sprach über die Aufsuchung von Kohlenflötzen und General-Inspector August Bochkoltz über Erfahrungsergebnisse an Wasserhaltungs-Maschinen unter specieller Bezugnahme auf die patentirten Kraft-Regeneratoren. Diese genannten Vorträge werden sofort wieder gegeben werden, wenn die genannten Herren Redner das hiezu nöthige und auch bereits freundlich zugesagte Materiale der Redaction zur Verfügung gestellt haben werden.

Notiz.

Die Eisgewinnung in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika. Während bei uns die Gewinnung und Aufbewahrung von Eis noch in der primitivsten Weise stattfindet, haben die Amerikaner auch dies Geschäft praktisch verbessert, und mit geringen Mitteln, aber durch rationellen Vorgang es dahin gebracht, dass der beträchtliche, stets wachsende Bedarf leicht und ohne namhafte Kosten gedeckt werden kann.

Die Gewinnung des Eises geschieht in folgender Weise: Zunächst wird die Oberfläche des gefrorenen Flusses oder Sees in der Nähe des Eishauses auf eine Ausdehnung von 2 bis 3 Joch mittelst besonderen, von Pferden gezogenen Pflügen sorgfältig von der Schneekruste gereinigt, das Eis ebenfalls dann durch eigens für diesen Zweck construirte Sägen in regelmässige Blöcke von 24×32 Zoll bis 40×40 Zoll zerlegt.

Gleichzeitig öffnet man mit Hilfe ähnlicher Sägen eine Rinne vom Gewinnungsorte aus bis zu dem Eishause, welches hart am Rande des Ufers erbaut ist.

Arbeiter schieben die Eisblöcke längs der Rinne bis in die Nähe des Eishauses, woselbst ein durch Dampfkraft betriebener Elevator die Blöcke bis über das Gebäude hebt, derart, dass sie von oben durch Rinnen direct in jede der Eiskammern hinabgleiten können. Ein solcher Elevator vermag 18.000 Stück per Tag zu heben.

In den Eiskammern werden die Blöcke regelmässig an einander geschichtet, die Zwischenräume aber mit Sägespänen ausgefüllt, theils um den Zutritt der Luft möglichst abzuhalten, theils um das Zusammenfrieren der einzelnen Blöcke und die Nothwendigkeit des späteren Zerschlagens derselben zu vermeiden.

Die Eishäuser sind in einfachster Weise nach dem bekannten Principe der amerikanischen Eiskeller gebaut, jedoch von riesigen Dimensionen. Solche Eishäuser fassen je 10.000 bis 70.000 Tons. Der Eisverlust bis zum Herbst beträgt in gut gebauten Magazinen kaum 12 Percent, während in unseren gewöhnlichen Eiskellern erfahrungsmässig nicht weniger als 40 bis 60 Percent Schwund stattfindet.

Die Ausdehnung der Eis-Industrie erhellt aus der Thatsache, dass allein am Hudson-Flusse in der Nähe von New-York nicht weniger als 42 solcher grosser Eishäuser bestehen, welche theils Privatleuten, theils Gesellschaften, theils Consum-Vereinen gehören.

Die nachstehende Tabelle gibt das Verzeichniss der Eigenthümer, die Zahl und den Fassungsraum der denselben gehörenden Eishäuser, ferner die Zahl der bei der Eisgewinnung daselbst Mitte Jänner d. J. beschäftigt gewesen Arbeiter, Pferde und Dampfmaschinen, mit deren Leistung damals zusammen täglich etwa 94.500 Tons Eis eingelagert wurde.

Eigenthümer	Zahl der Eishäuser	Einzulegende Eismenge Tons	Beschäftigte Arbeiter	Beschäftigte Pferde	Dampfmaschinen
Knickerbocker	22	762.000	3.416	791	22
Washington	5	180.000	875	58	5
Mutual	3	105.000	475	32	3
Consumer's	1	70.000	250	18	1
New-Jersey	2	65.000	350	23	2
Newark	2	60.000	350	20	2
Lewark & Comp.	1	45.000	200	15	1
New-Baltimore	1	40.000	175	12	1
J. Clark & Comp.	1	32.000	150	8	1
Antioch & Comp.	1	20.000	75	8	1
Van Steensburgh	1	12.500	80	10	1
John Wolfer	1	10.000	75	5	1
Howland & Sons	1	7.000	50	3	1
Zusammen	42	1,408.500	6.521	1.003	42

Kleinere Eisgewinnungs-Anlagen, deren eine namhafte Anzahl längs des Hudson-Flusses bei New-York bestehen, sind in dies Verzeichniss nicht mit aufgenommen.

A. F.

X. Verzeichniss der subscribirten Beiträge für den Bau des Vereinshauses des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins.

NB. Bei den ausser Wien domicillirenden Subscribenten ist der Wohnort beigesezt worden.

	fl.		fl.
578 Wist Johann, Professor und Architekt	5.—	638 d'Avigdor Elim, Civil-Ingenieur	10.—
579 Stein Adolf, Architekt und Ingenieur des Stadtbaumes	5.—	639 Stapp Franz, Ingenieur	30.—
580 Giacomo Georg della, Ingenieur-Assistent	50.—	640 Bode Rudolf, Baudirector-Stellvertreter der W. B. G.	50.—
581 Gärtner Ernest, Ingenieur	100.—	641 Chaillon A., Ingenieur	10.—
582 Kasper Friedrich, Ingenieur der Kaiserin Elisabethbahn	5.—	642 Zettel Heinrich, besideter Stadt-Ingenieur in Marburg	30.—
583 Schubert Josef, Ingenieur und Director-Stellvertreter der österreichischen Eisenbahnbau-Gesellschaft	30.—	643 Bargehr August, Ingenieur	6.—
584 Engerth Carl, Ritter von, Ingenieur in Görz	5.—	644 Ammersin, Bauverwalter der U. B. G.	20.—
585 Kink Martin, Ritter von, Ingenieur der österreichischen Eisenbahnbau-Gesellschaft	80.—	645 Friedrich Heinrich, Ingenieur der Kaiser Franz-Josef- Bahn	5.—
586 Bartels H., k. preussischer Baumeister der W. A. 1873	5.—	646 Kökert Carl, Ingenieur der E. A. B.	10.—
587 Brabeneč Joh. F., Ingenieur-Assistent der Südbahn	10.—	647 Klett Friedrich, Ingenieur	20.—
588 Drexel Arthur, Chef-Ingenieur	25.—	648 Kasper Gustav, Ingenieur in Ungarn	10.—
589 Ruckenstein Georg, Central-Director in Brünn	50.—	649 Gerber Emil, Ober-Ingenieur in Tarnitz	10.—
590 Heller Oscar, Ingenieur	10.—	650 Grassl Alois, technischer Beamter	5.—
591 Burghardt Ottokar, k. k. aut. Civil-Ingenieur in Brünn	20.—	651 Nemelka Josef, Maschinen-Ingenieur in Simmering	10.—
592 Bukowski Wilhelm, Sections-Ingenieur in Fünfkirchen	15.—	652 Jarolimek Egidy, k. k. Bergrath	10.—
593 Fein Alexander, Civil-Ingenieur	5.—	653 Helmsky, Sub-Director bei Paget	30.—
594 Lorber Franz, Docent in Leoben	10.—	654 Porter Michael, Ingenieur	25.—
595 Kreuter Franz, Ober-Ingenieur in Adlerkosteletz	30.—	655 Wildt Johann in Franzensfeste	5.—
596 Kopf Josef, Baumeister in Hietzing	10.—	656 Föglar Heinrich, k. k. Oberlieutenant im Geniecorps	30.—
597 Szábel Albert, Ritter von, Fabriksbesitzer	10.—	657 Benischke Johann, Sections-Ingenieur in Freistadt	20.—
598 Juda Albin, k. k. Oberlieutenant im Geniecorps	10.—	658 Wulle Wilhelm, Ingenieur in Jägerndorf	10.—
599 Kraus Michael, Civil-Ingenieur in Mährisch-Osttau	13.—	659 Boguslawski Ladislaus, Architekt	20.—
600 Barrée Adolf, Domänen-Director	40.—	660 Noah Theodor, Ingenieur der M. S. C. B.	5.—
601 Milde Albert, Schlossermeister, zweite Widmung	300.—	661 Lischka Hubert, Ingenieur der Kaiser Franz-Josefbahn in Tulln	8.—
602 Union-Baugesellschaft	1500.—	662 Raubal Anton, Ingenieur der Donauregulirungs-Commis- sion	6.—
603 Corti Josef, Constructeur in Urfahr-Linz	15.—	663 Szauder Albert, Ingenieur in Klausenburg	10.—
604 Schmidt Gustav, Professor in Prag	10.—	664 Ludwik Camillo, technischer Fabriksleiter in Prag	5.—
605 Schwendenwein-Lanauberg A., Ritter von, k. k. Baurath	50.—	665 Mannacher Emil, Ingenieur	10.—
606 Leidenfrost Philipp, Architect	10.—	666 Preissmann Ernest, Ober-Ingenieur in Pest	5.—
607 Schmidt Carl, Architect und Professor	25.—	667 Fuchs J. M., Director und Professor	50.—
608 Kummer Josef, Ingenieur	10.—	668 Dolenc Johann, Ingenieur der D. D. B.	10.—
609 Peter Arthur, Ingenieur	20.—	669 Piöl Anton, Ingenieur der D. D. B.	5.—
610 Kaiser Adolf, Ingenieur in Mattighofen	10.—	670 Stepski Fritz, Ritter von, Ingenieur in Kufstein	30.—
611 Goldstein Heinrich, Ingenieur der General-Inspection der Eisenbahnen	5.—	671 Wassilko Josef, Ingenieur-Adjunct der Kaiser Ferdinands- Nordbahn	5.—
612 Unger Josef, Ingenieur der Nordwestbahn	5.—	672 Kink Julius, Ritter von, Ingenieur in Kufstein	50.—
613 Gruber Carl, Sections-Ingenieur der Gotthardbahn Airolo	5.—	673 Pecival Johann, Stadtbaumeister	20.—
614 Dietz Heinrich, Fabriks-Director in Lilienfeld	5.—	674 Peschke Carl, Sections-Ingenieur in Kaposvár	15.—
615 Dauscher Josef, Ingenieur der U. B. G.	10.—	675 Müller M., Vertreter der Chemnitzer Maschinen-Fabrik	15.—
616 Cathry Sales, Ingenieur	26.—	676 Gsottbauer Josef, Ingenieur der W. A. 1873	20.—
617 Heymann Arnold, Stadtbaumeister	50.—	677 Cordon Camillo, Freiherr von, Ingenieur-Assistent	10.—
618 Pich Alexander, Architect in Görz	10.—	678 Weinberger Max, Ingenieur-Adjunct der Kaiser Fer- dinands-Nordbahn	5.—
619 Freund Ferdinand, Ingenieur in Temesvar	3.—	679 Wolters W., Telegraphen-Einrichtung	204.—
620 Otto Hermann, Ingenieur	10.—	680 Beer Siegfried, Ingenieur der neuen Wiener Tramway in Hietzing	5.—
621 Leonhardt Ernst, Maschinen-Ingenieur	30.—	681 Dobrucki, Ritter von Dobrute, Ingenieur	5.—
622 Langhammer Carl, Architect	10.—	682 Führenkranz, technischer Beamter der Südbahn	30.—
623 Heyne Wilhelm, Ingenieur der Allgemeinen österreichi- schen Baugesellschaft	20.—	683 Motter Gustav, Ingenieur der U. B. G.	10.—
624 Büchler Anton, Metallschrift-Fabrikant, zweite Widmung	42.40	684 Knepper & Schmidt, Tapetenhandlung, zweite Widmung	49.86
625 Löw Theobald, Architekt	15.—	685 Fassbender H. B., Ingenieur in Andritz	10.—
626 Schwarz Alexander, Inspector der K. F. B.	30.—	686 Böss Julius, Ingenieur der ersten Siebenbürger Eisenbahn	10.—
627 Burian Ludwig, Techniker	10.—	687 Zajiczek Josef, Ingenieur der Kaiserin Elisabeth-West- bahn	6.—
628 Ehrenberg Emil, Ingenieur der M. S. C. B. Fulnek	10.—	688 Stohl Anton, Ingenieur-Assistent der Kaiserin Elisabeth- Westbahn	5.—
629 Schwarz Moriz, Director der ersten U. G. E. in Nagy- Mihály	10.—	689 Liss Oswald, Ingenieur-Assistent der Südbahn	5.—
630 Plank Julius, Ingenieur-Assistent der Nordwestbahn	7.—	690 Kopystinski Stanislaus von, Obristlieutenant in Bucearest	50.—
631 Coisseau Louis, Ober-Ingenieur der Donauregulirung	10.—	691 Cöster Emil, Ingenieur	10.—
632 Winterhalder, k. k. Oberstlieutenant	6.—	692 Bretschneider Franz, Ingenieur der Südbahn	10.—
633 Jirku Heinrich, Stadtbaumeister	25.—	693 Ebenberger Carl, Maschinen-Ingenieur, Ottakring	25.—
634 Hongler Valentin, Chef-Ingenieur	5.—	694 Scholly August, Ingenieur bei „Neptun“	10.—
635 Ross Friedrich, Civil-Ingenieur	6.—	695 Spitzer Jacob, Ingenieur der W. T. G.	20.—
636 Bessier C., Ingenieur in Brünn	5.—	696 Most Wilhelm, Maschinen-Ingenieur	300.—
637 Engelbrecht Gustav, Ingenieur	11.—	697 Schönthaler Franz, Hofbildhauer, zweite Widmung	18.—
		698 Stané Alois, Ober-Ingenieur in Prag	15.—
		699 Fellner Ferdinand, Stadtbaumeister	12.—
		700 Kudernatsch, Strecken-Vorstand in Piski	500.—
		701 Springer Alfred, Baron von, Fabriksbesitzer	500.—

Notiz. Dem Programm gemäss erhalten die P. T. Herren Mitglieder mit diesem Hefte das diesjährige Mitglieder-Verzeichniss zugestellt.

Berichtigung.

Heft VI und VII, Seite 134, Zeile 22 von unten, Spalte rechts, lies Knotenpuncten, statt Kettenpuncten.

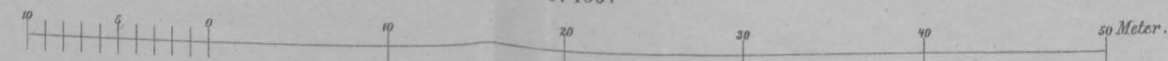
Rotunde.

Schnitt.

Ansicht.

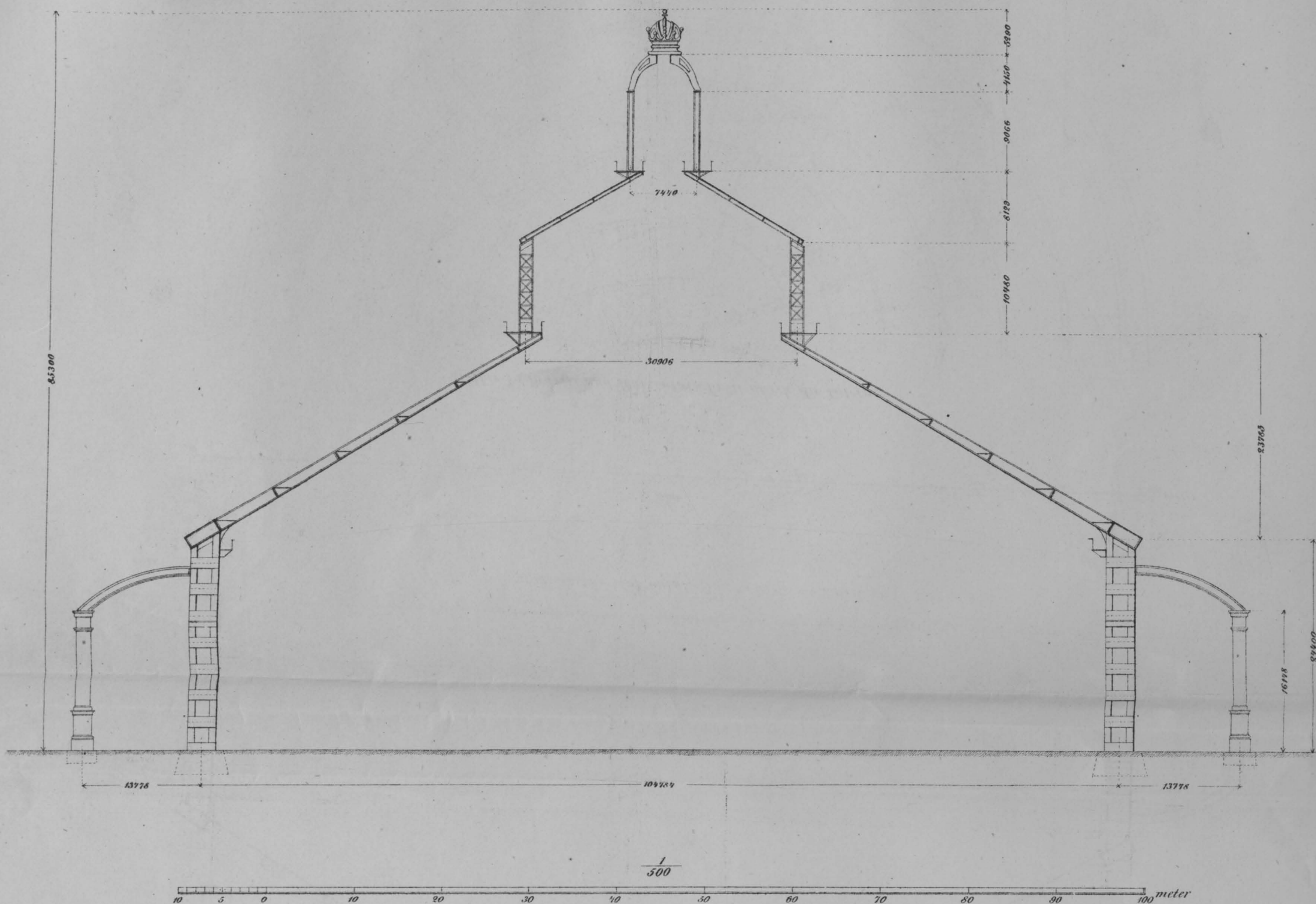


1:400.

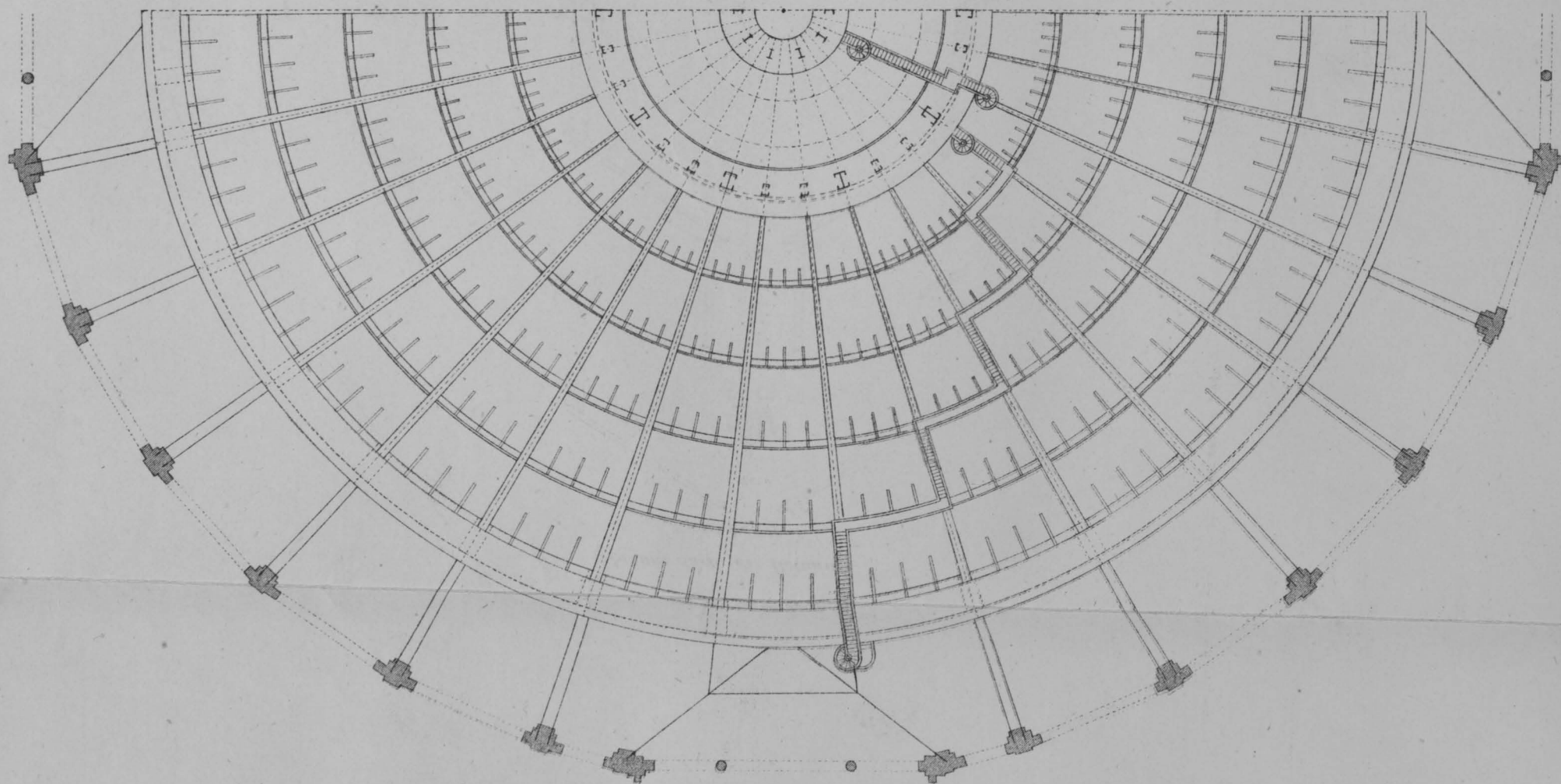


Schnitt durch die Rotunde

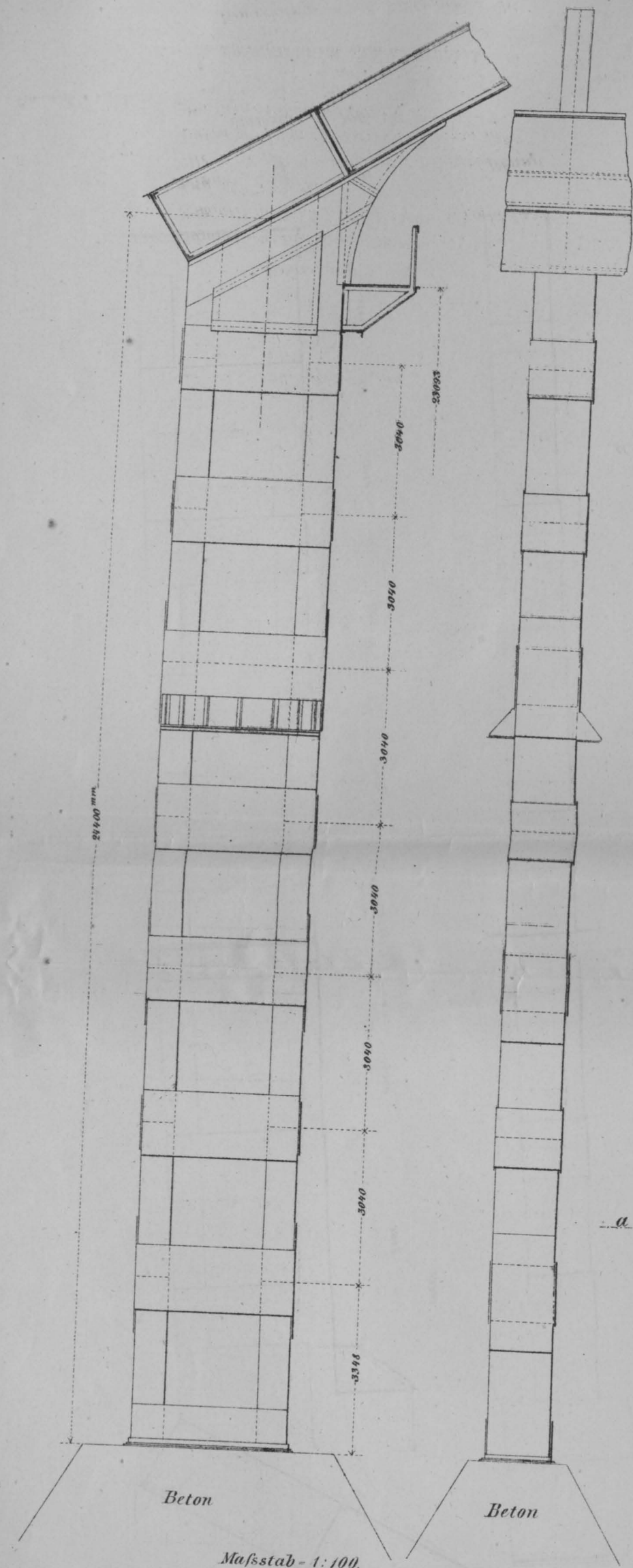
1/500 d. nat. Gr.



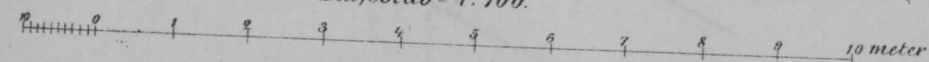
Halber Grundriss und Horizontalschnitt durch die Laternen.



Säule der Rotunde.
in 1/100.



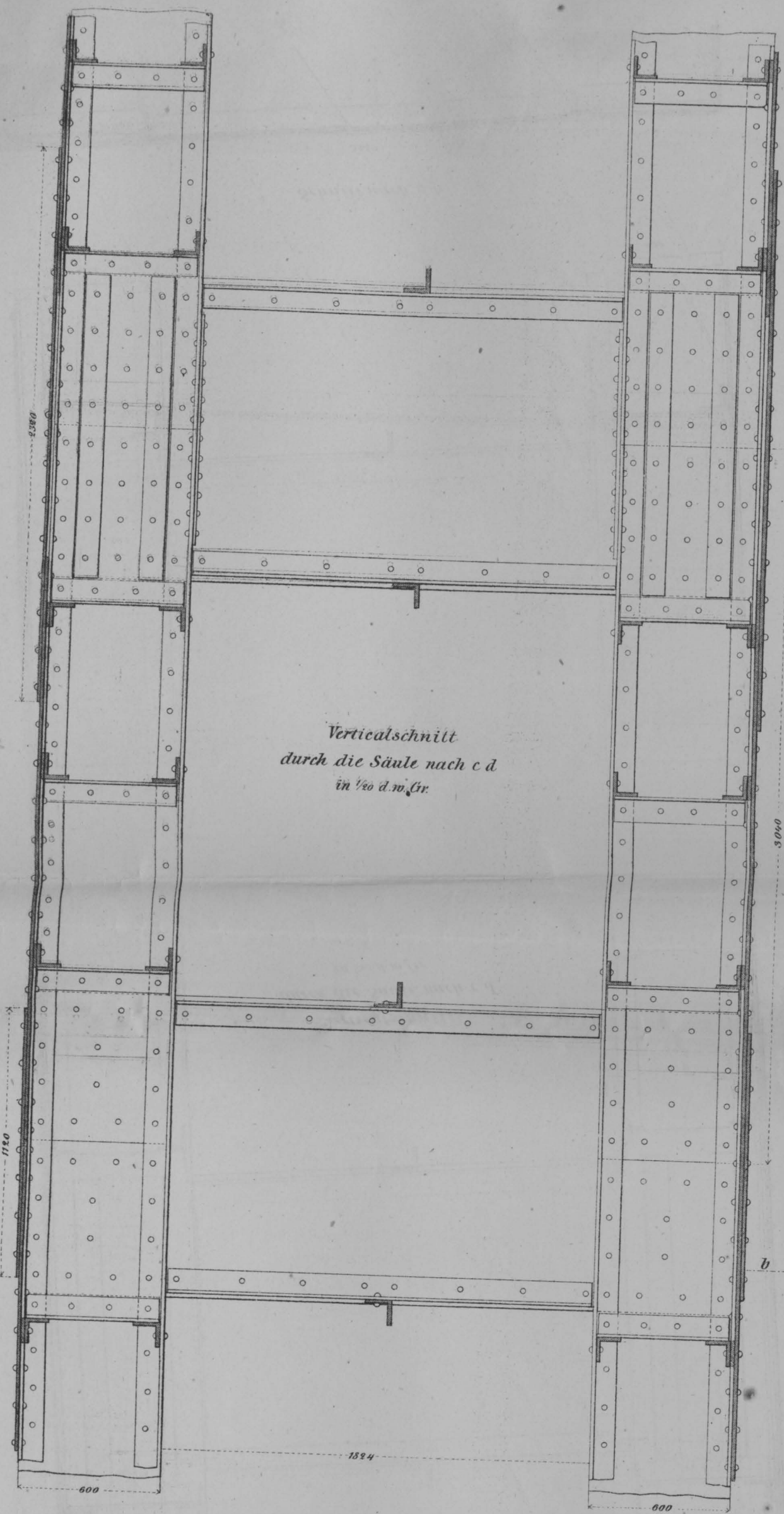
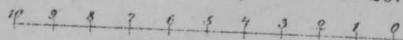
Masstab = 1:100.



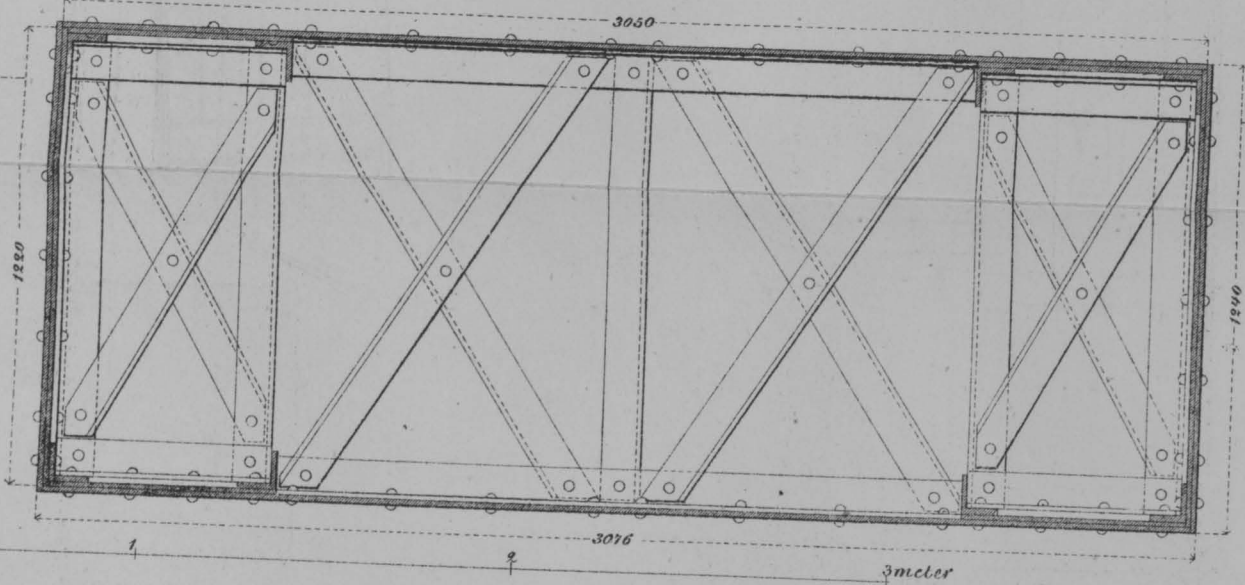
Bemerkung.

Sämmtliche Bleche sind 13^{mm} stark.
Sämmtliche Winkel haben 100^{mm} Schenkellänge
und 13^{mm} Stärke.
Die Niete für den horizontalen Querverband
haben 26^{mm} Durchmesser, alle übrigen 18^{mm}.
Die Nietentheilung beträgt 160^{mm}.

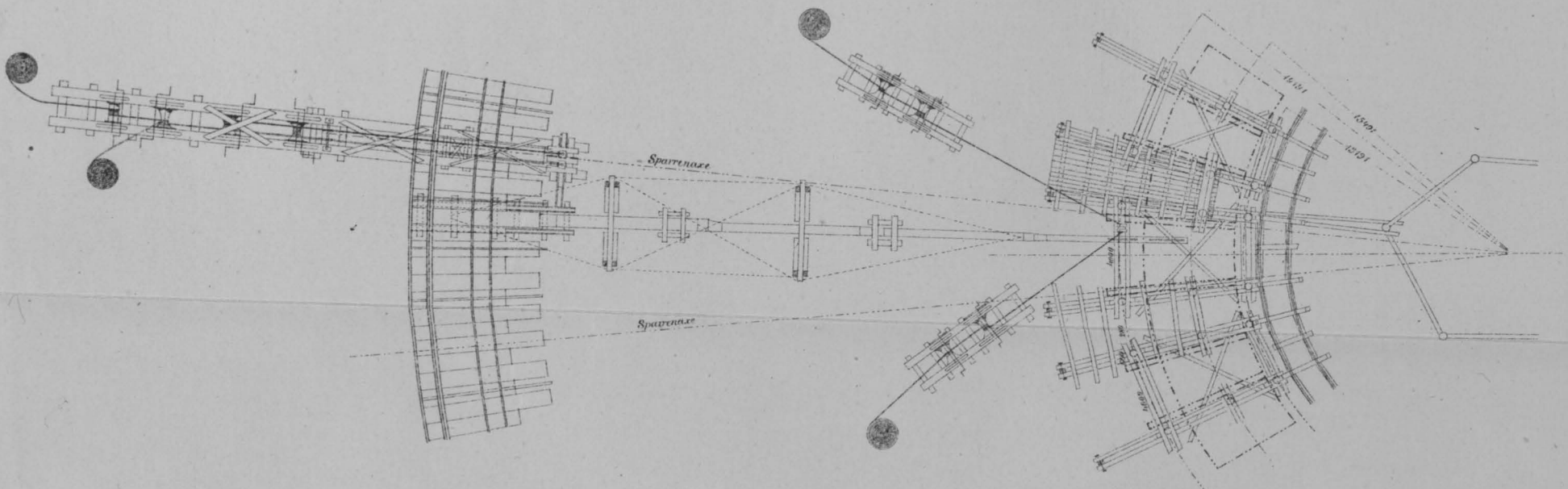
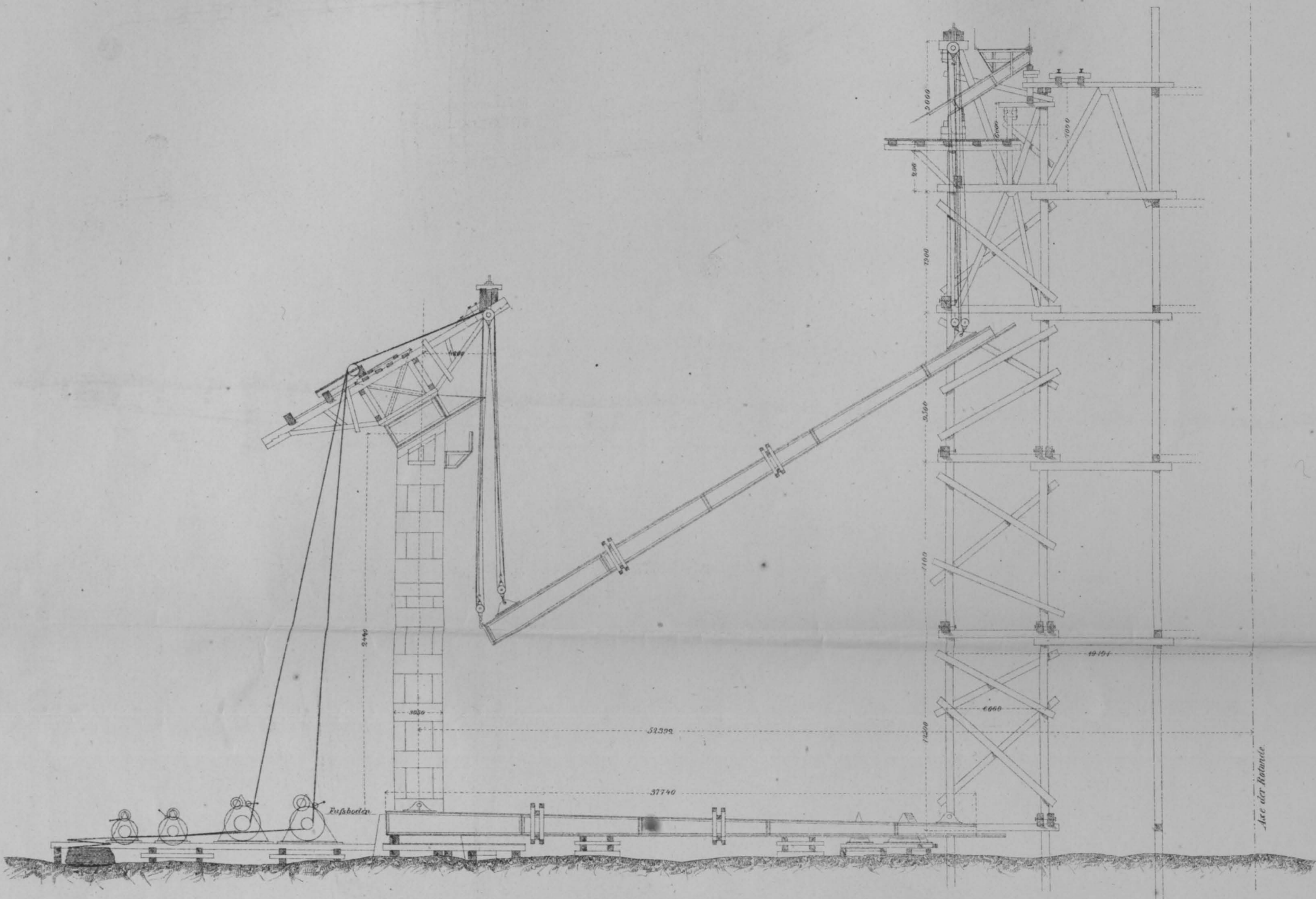
Masstab = 1:20.



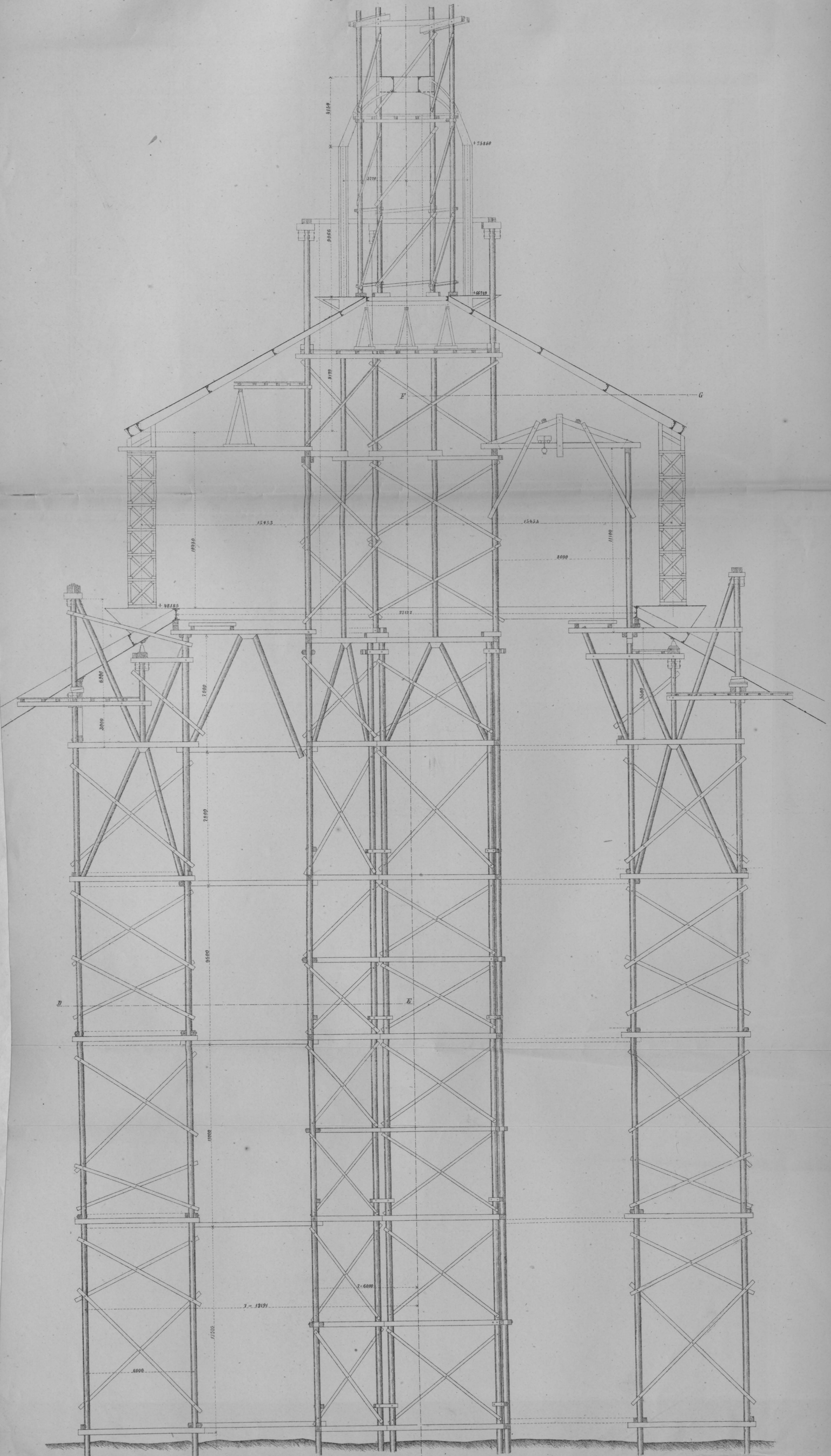
Schnitt nach a b.

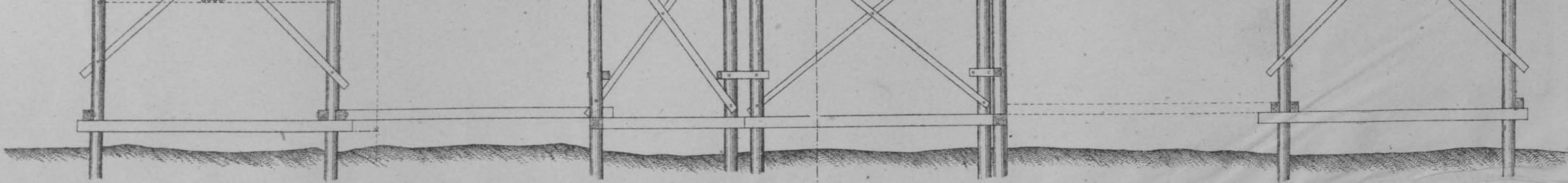


Gerüst zum Heben der Radialträger für das Rotundendach.

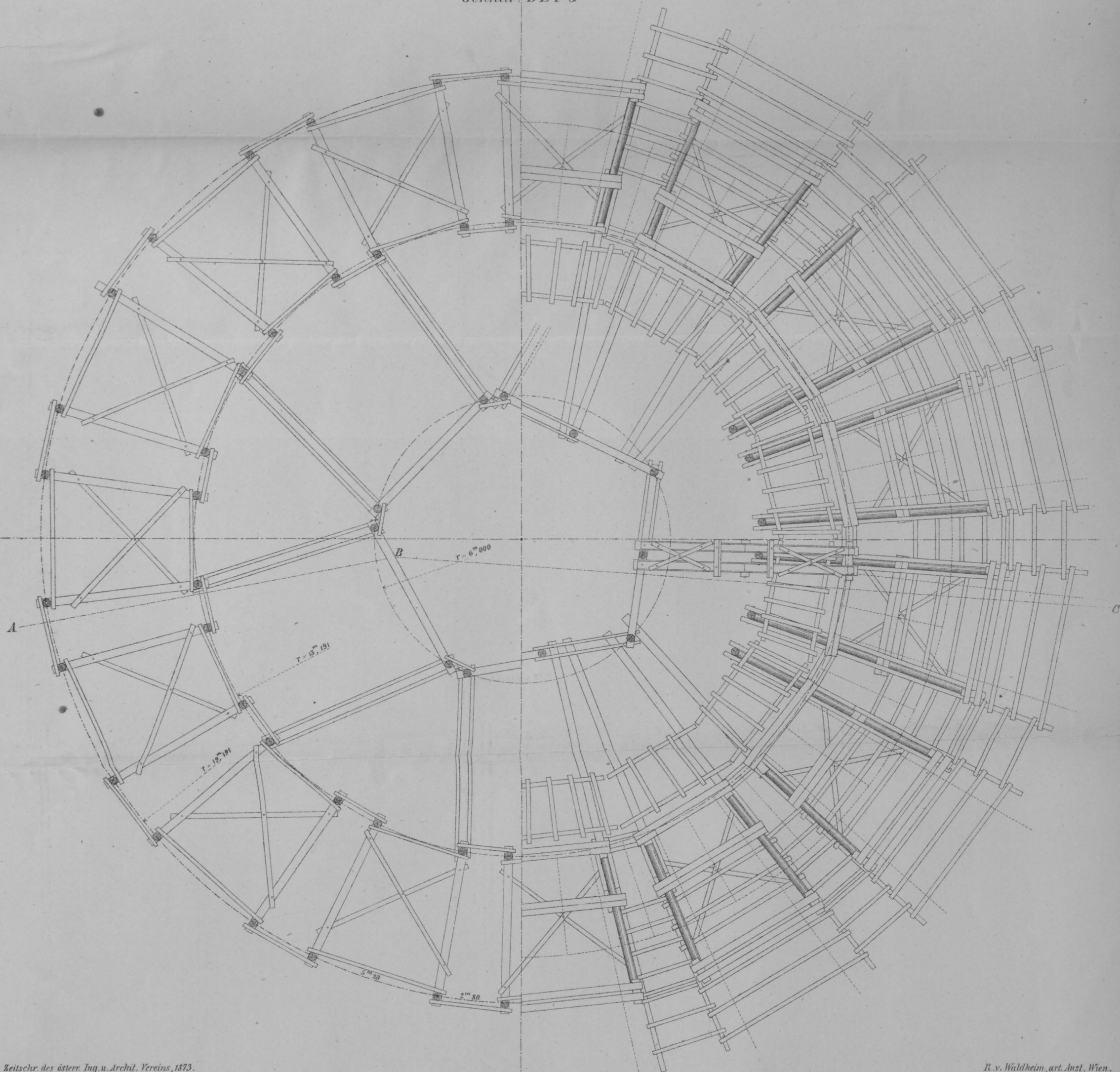


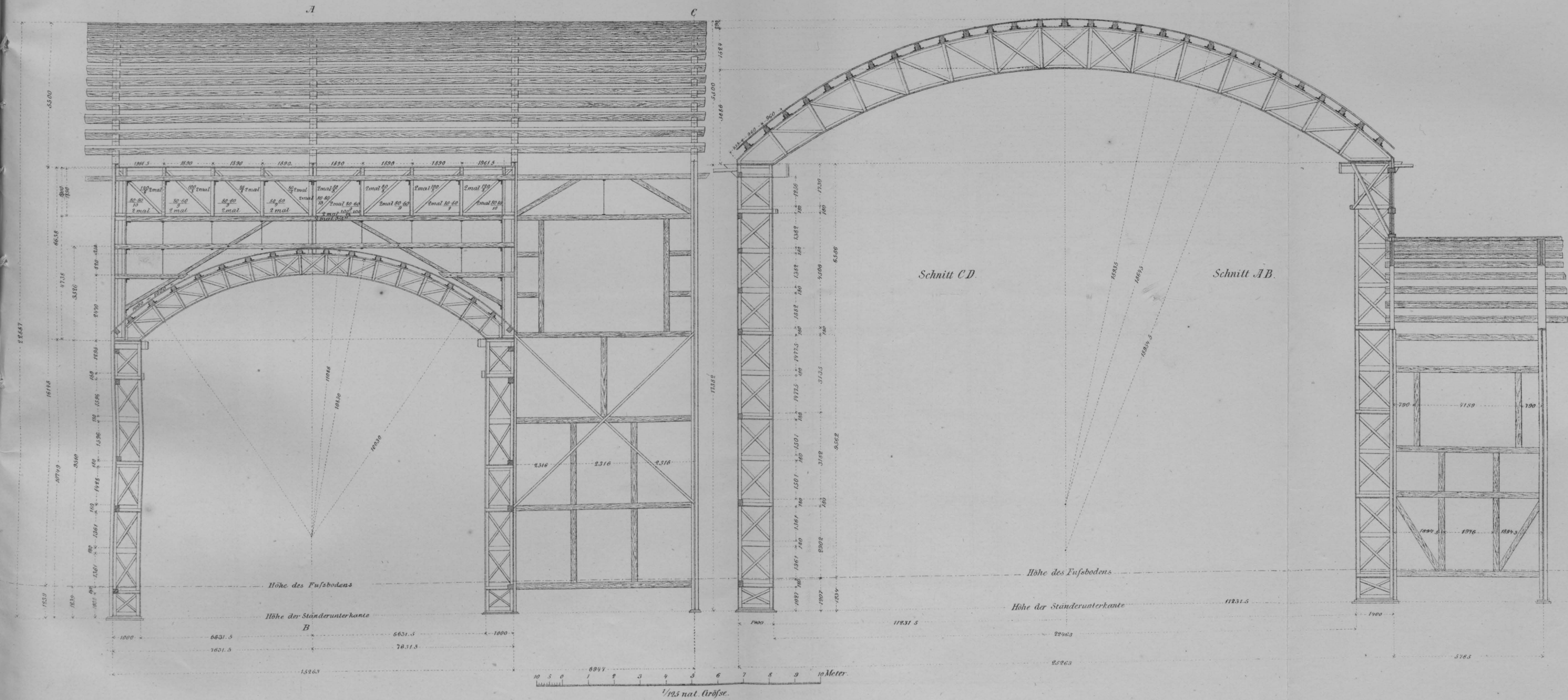
1 0 2 3 10 15 20 25 30 Meter





Schnitt DEFG





WELTAUSSTELLUNG IN WEN 1873.

Querschnitt durch die Maschinenhalle mit der Transmissions- und Krahnanlage.

